



**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**

**ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

**Mestrado Integrado em Medicina Veterinária**

**Relatório de Estágio**

**Utilização de fixação externa no tratamento de fraturas do aparelho  
apendicular em pequenos animais**

Diogo Cardoso Miraldo

Nº 21417

**Orientador:**

Dr. Nuno Alexandre

**Co-Orientador:**

Professor Doutor Nuno Cardoso

Évora, 2012



**Mestrado integrado em Medicina Veterinária**

**Relatório de Estágio**

**Utilização de fixação externa no tratamento de fraturas do aparelho  
apendicular em pequenos animais**

Diogo Cardoso Miraldo

Nº 21417

**Orientador:**

Dr. Nuno Alexandre

**Co-Orientador:**

Professor Doutor Nuno Cardoso

Évora, 2012

## Dedicatória

*Ao meu pai...*

## Agradecimentos

Ao Professor Doutor Nuno Cardoso, meu co-orientador, por me ter permitido a realização deste estágio no Centro Veterinário Conimbricense, por todos os ensinamentos que me soube transmitir e pela sua disponibilidade durante a realização deste relatório.

Ao Dr. Nuno Alexandre, meu orientador de estágio, pela disponibilidade e apoio na realização deste relatório.

A toda a restante equipa do Centro Veterinário Conimbricense (Dr. Pedro Silva, Dr<sup>a</sup>. Andreia Freire, Enf. Sandrine Oliveira, Dona Aurora e Dona Fernanda) pelo apoio, paciência e dedicação durante o período de estágio... todos tiveram algo para me ensinar.

A todos os meus amigos “de Évora”, pelos momentos inesquecíveis durante todos estes anos... sem eles o curso não teria sido a mesma coisa.

À minha família pelo apoio incondicional em todas as etapas da minha vida. Ao meu pai, por sempre me ter transmitido o gosto pelo conhecimento em geral, em especial pela ciência e medicina. À minha mãe, por me ter transmitido a garra necessária para alcançar os objectivos a que me proponho. Ao meu irmão, pelo apoio e dedicação constantes.

À Filipa, por tudo aquilo que representa na minha vida...pelo apoio, dedicação e amor constantes...

A todos, o meu muito Obrigado.

## **Resumo**

O estágio curricular, exposto ao longo deste relatório, decorreu entre os dias oito de agosto e nove de dezembro de 2012 no Centro Veterinário Conimbricense, sob a orientação científica do Professor Doutor Nuno Cardoso. A área clínica com maior representatividade foi a patologia médica (48,6%), seguindo-se a medicina preventiva (29,46%). Na patologia médica a área clínica mais representativa foi a dermatologia (23,14%), seguida da gastroenterologia (12,45%) e sistema músculo-esquelético (12,45%). A espécie mais vezes intervencionada foi a canina (69,31%). A fixação externa é um sistema de estabilização óssea, no qual cavilhas ou fios de kirshner prendem o osso fraturado percutaneamente, estando conectados a uma estrutura maior, localizada no exterior do corpo. Os fixadores externos incluem estruturas lineares, circulares ou híbridas. Cada um tem as suas vantagens e desvantagens, que podem ser utilizadas estrategicamente para otimizar o resultado pós-operatório, dependendo do tipo de osso e tipo de fratura.

Palavras-chave: Fratura; Fixação externa; Fixação circular; Pequenos animais

## Abstract

### **External fixation for the treatment of fractures of the appendicular skeleton in small animals.**

The training period, exposed in this report, has taken place between the 8<sup>th</sup> of August and the 9<sup>th</sup> of December, 2012, in a veterinary clinic called “Centro Veterinário Conimbricence”, under the scientific supervision of (Professor Doctor) Nuno Cardoso. The clinical area with more representation was medical pathology (48,6%), followed by preventive medicine (29,46%). In the medical pathology, the most representative area was dermatology (23,14%), followed by gastroenterology and orthopaedics, both with 12,45%. The most frequent species attended was the dog (69,31%). External skeletal fixation is a bone stabilization system, in which pins or Kirschner wires hold the bone transcutaneously, and are connected to a bigger structure outside the body. External fixators include circular, hybrid and linear structures, each with its own advantages or disadvantages that can be used to optimize the post-operative result, depending on the type of fracture and bone.

**Keywords:** Fracture; External skeletal fixation; Circular fixation; Small animals.

## Índice geral

Dedicatória.....	i
Agradecimentos.....	ii
Resumo .....	iii
Abstract .....	iv
Índice de imagens .....	viii
Índice de gráficos .....	xi
Índice de tabelas .....	xii
Siglas e Abreviaturas .....	xiv
<b>1 - Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>2 - Casuística.....</b>	<b>2</b>
2.1 - Distribuição por espécie animal .....	2
2.2 - Áreas clínicas .....	3
2.2.1 - Medicina preventiva.....	3
2.2.2 - Patologia médica.....	5
2.2.2.1 - Cardiologia .....	5
2.2.2.2 - Dermatologia .....	6
2.2.2.3 - Endocrinologia.....	8
2.2.2.4 - Gastroenterologia e glândulas anexas .....	10
2.2.2.5 – Doenças infetocontagiosas e parasitárias .....	11
2.2.2.6 – Sistema músculo-esquelético.....	13
2.2.2.7 - Neurologia.....	15
2.2.2.8 - Odontoestomatologia.....	17
2.2.2.9 - Oftalmologia .....	18
2.2.2.10 – Oncologia .....	18
2.2.2.11 - Otorrinolaringologia .....	19
2.2.2.12 - Pneumologia .....	19
2.2.2.13 - Ginecologia, andrologia e obstetrícia .....	20
2.2.2.14 - Toxicologia .....	22
2.2.2.15 - Urologia/ Nefrologia.....	23

2.2.3 - Patologia Cirúrgica .....	25
2.2.3.1 - Cirurgia odontológica.....	25
2.2.3.2 - Cirurgia oftalmológica.....	25
2.2.3.3 - Cirurgia ortopédica .....	26
2.2.3.4 - Cirurgia de tecidos moles.....	28
2.2.3.5 - Outros procedimentos cirúrgicos.....	29
2.3 - Exames complementares de diagnóstico.....	29
<b>3 - Utilização de fixação externa no tratamento de fraturas do aparelho apendicular em animais de companhia.....</b>	<b>30</b>
3.1 - Introdução .....	31
3.2 - Anatomia do esqueleto apendicular .....	31
3.3 - Tecido ósseo .....	32
3.3.1 - Matriz óssea.....	33
3.3.2 - Características estruturais e funcionais.....	33
3.3.3 - Osteogénese.....	34
3.4 - Trauma ortopédico do aparelho apendicular .....	35
3.4.1 - Biomecânica do osso .....	35
3.4.2 - Etiologia de fraturas.....	39
3.4.3 - Classificação de fraturas .....	41
3.4.4 - Diagnóstico de fraturas.....	45
3.4.5 - Vascularização e reparação óssea .....	47
3.4.5.1 - Complicações na reparação de fraturas.....	53
3.4.6 - Princípios de tratamento cirúrgico de fracturas .....	55
3.5 - Uso de fixação externa no tratamento de fraturas .....	60
3.5.1 - Vantagens, desvantagens e indicações da fixação externa.....	60
3.5.2 - Componentes.....	61
3.5.2.1 - Cavilhas .....	61
3.5.2.2 - Colunas e/ou barras conectoras .....	62
3.5.2.3 - Rótulas.....	64
3.5.3 - Classificação das configurações de fixadores externos.....	67



3.5.3.1 - Tipo I/Unilateral (uniplanar ou biplanar).....	67
3.5.3.2 - Tipo II.....	69
3.5.3.3 - Tipo III.....	70
3.5.3.4 - Fixação circular externa.....	70
3.5.3.5 - Híbridos.....	72
3.5.4 - Biomecânica e otimização de fixadores externos.....	74
3.5.5 - Princípios de aplicação.....	80
3.5.5.1 - Aplicação de fixação circular externa e híbrida.....	86
3.5.6 - Complicações da fixação externa.....	89
3.5.7 - Pós-operatório.....	93
3.5.7.1 - Avaliação radiográfica no pós-operatório.....	93
3.5.7.2 - Cuidados no pós-operatório.....	95
3.5.7.3 - Remoção da estrutura/ dinamização do fixador.....	97
3.6 - Relato de caso.....	99
História Clínica.....	99
3.6.1 - Discussão.....	107
3.7 - Conclusão.....	109
4 - Bibliografia.....	110

## Índice de imagens

<b>Figura 1</b> – Ecocardiografia em canídeo .....	6
<b>Figura 2</b> - Canídeo com tétano. ....	13
<b>Figura 3</b> - A: Raio-x, projeção médio-lateral, de fratura de fémur em canídeo; B: RLCCr em canídeo; C: Deformidade angular, tipo valgus, em canídeo.....	15
<b>Figura 4</b> – A: Cão com as raízes dentárias expostas, devido ao hábito de roer pedras. B: Cárie dentária no segundo molar, da arcada superior direita de um canídeo.....	17
<b>Figura 5</b> – Prolapso do globo ocular em canídeo. ....	18
<b>Figura 6</b> – Raio x torácico, projeção latero-lateral, de um canídeo com broncopneumonia. ....	20
<b>Figura 7</b> – A: Prolapso vaginal em cadela. B: Raio-x abdominal, projeção latero-lateral de uma cadela com piómetra. ....	22
<b>Figura 8</b> – Cirurgia para correção de entrópion em canídeo da raça Shar-pei. ....	26
<b>Figura 9</b> – Exemplos de cirurgias ortopédicas observadas durante o período de estágio. ....	27
<b>Figura 10</b> – Exemplos de cirurgias de tecidos moles observadas.....	28
<b>Figura 11</b> – Esqueleto apendicular. ....	31
<b>Figura 12</b> – Esquema da parede da diáfise dos ossos longos.....	34
<b>Figura 13</b> – Forças que atuam no osso e configurações de fraturas decorrentes da sua aplicação.....	40
<b>Figura 14</b> – Classificação de fraturas de ossos longos.....	42
<b>Figura 15</b> – Classificação de <i>Salter-Harris</i> para fraturas da fise. ....	43
<b>Figura 16</b> – Suprimento vascular extraósseo do osso em reparação.....	48
<b>Figura 17</b> – Efeito de alguns meios de fixação na circulação do osso fraturado. ....	49
<b>Figura 18</b> - Conceito de tensão interfragmentária numa fratura com uma falha pequena. ....	49
<b>Figura 19</b> - Reparação óssea primária.....	50
<b>Figura 20</b> – Representação esquemática das três fases da reparação óssea. ....	51
<b>Figura 21</b> - Formação de calo ósseo na reparação óssea.....	53
<b>Figura 22</b> – Não uniões. ....	54
<b>Figura 23</b> - Técnica do membro pendurado para auxílio na redução de uma fratura.....	59
<b>Figura 24</b> - Cavilhas utilizadas em fixação externa.....	62
<b>Figura 25</b> – A, Rótula individual (cima) e dupla (baixo) de <i>Kirschner-Ehmer</i> ; B, Montagem de um fixador externo tipo IA, com o sistema <i>Kirschner-Ehmer</i> , utilizando rótulas individuais e duplas. ....	65
<b>Figura 26</b> – Desenho de uma rótula de <i>Maynard</i> . ....	65
<b>Figura 27</b> – A, Rótulas do sistema <i>Securos</i> ®. B, rótula individual (em baixo) e rótula dupla (cima) do sistema <i>IMEX-SK</i> ®.; C, Rótula do sistema <i>IMEX-SK</i> ® e estrutura montada do mesmo sistema. ....	66

<b>Figura 28</b> – A, Fixador externo tipo IA, de rótulas duplas; B, Fixador externo tipo IA, de barra simples; C, Fixador externo tipo IB, vista frontal (esquerda) e vista proximal-distal (direita).....	68
<b>Figura 29</b> – Utilização da configuração tipo I - <i>tie-in</i> .....	68
<b>Figura 30</b> – Raio-X pós-operatório de uma fratura cominuta, da metáfise distal de fémur tratada com um fixador externo tipo I modificado.....	69
<b>Figura 31</b> – A e B: Fixador externo tipo IIA. C e D: Fixador externo tipo IIB.....	70
<b>Figura 32</b> – Fixador externo tipo III. ....	70
<b>Figura 33</b> – Algumas configurações possíveis na utilização de fixadores circulares externos. .	71
<b>Figura 34</b> – Fixação externa semicircular unilateral.....	72
<b>Figura 35</b> – Exemplo de barras conectoras utilizadas para construção de fixadores híbridos da marca IMEX® .....	73
<b>Figura 36</b> – Ilustração de um fixador híbrido para tratamento de uma fratura distal de tibia.....	73
<b>Figura 37</b> – Fracasso das estruturas lineares, relacionada com as forças aplicadas. ....	75
<b>Figura 38</b> – Tipos de cavilhas utilizadas em fixação externa e suas propriedades.....	76
<b>Figura 39</b> – Cavilha com rosca de perfil positivo (PP) e com rosca “ <i>tapered thread-run-out</i> ” (TRO), ambas com o mesmo diâmetro de rosca e eixo.....	77
<b>Figura 40</b> – Fio de <i>Kirschner</i> liso (cima) e com oliva (baixo).....	79
<b>Figura 41</b> – Localização preferencial para colocação de fixador externo tipo Ia.....	81
<b>Figura 42</b> – Anatomia seccional de algumas regiões do membro canino.....	81
<b>Figura 43</b> – Exemplo da utilização de fio de cerclagem como meio auxiliar de fixação para manutenção do alinhamento de uma fratura. ....	82
<b>Figura 44</b> – Métodos para evitar a distorção de tecidos moles durante a introdução das cavilhas.....	83
<b>Figura 45</b> – Colocação correta de meias cavilhas. ....	84
<b>Figura 46</b> – Angulação correcta para colocação de cavilhas lisas .....	85
<b>Figura 47</b> – Montagem de fixador externo tipo Ia, para tratamento de uma fratura oblíqua da diáfise tibial. ....	85
<b>Figura 48</b> – Manipulação dos fragmentos ósseos, com recurso a fios de Kirshner com oliva...87	
<b>Figura 49</b> – Angulação dos fios de <i>Kirschner</i> e ajuste do parafuso e porca para provocar tensão nestes.....	88
<b>Figura 50</b> - Fatores mais importantes que contribuem para o desprendimento prematuro das cavilhas, e relação entre si. ....	90
<b>Figura 51</b> – Sequestro em anel.....	92
<b>Figura 52</b> – Aplicação do penso compressivo num fixador externo.. ....	96
<b>Figura 53</b> - Raio-x, projeção dorso-palmar, da fratura transversa da metáfise distal do rádio e fratura distal de ulna do paciente. ....	100
<b>Figura 54</b> - Raio-x pós-operatório, projeção dorso-palmar (esquerda) e lateral (direita).....	102
<b>Figura 55</b> – Aspeto da montagem do fixador após a cirurgia.....	102

<b>Figura 56</b> – Montagem do prolongamento da estrutura (esquerda) e aspeto final da montagem com o calço (direita) .....	103
<b>Figura 57</b> - Raio-x de controlo, projecção dorso-palmar (esquerda) e lateral (direita) quatro semanas após a cirurgia .....	104
<b>Figura 58</b> - Raio-x de controlo, projecção dorso palmar (esquerda) e lateral (direita). ....	105
<b>Figura 59</b> - Raio-x de controlo, projecção dorso-palmar (esquerda) e lateral (esquerda), dez semanas após a cirurgia.....	106
<b>Figura 60</b> - Raio-x de controlo, projecção dorso-palmar (direita) e lateral (esquerda), após a remoção do fixador.....	106

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1</b> - distribuição por espécie animal (Fr (%)) .....	2
<b>Gráfico 2</b> – Curva força-deformação.....	36
<b>Gráfico 3</b> - Curva força-deformação, representando as propriedades estruturais .....	37
<b>Gráfico 4</b> – Curva de <i>Stress</i> - % de deformação .....	37
<b>Gráfico 5</b> – Curvas <i>Stress</i> / % de deformação, idealizadas para três diferentes materiais: metal, vidro e osso.....	38
<b>Gráfico 6</b> – Propriedade viscoelástica do osso .....	39

## Índice de tabelas

<b>Tabela 1</b> – Fr (%) das áreas clínicas observadas e sua distribuição por espécie .....	3
<b>Tabela 2</b> - Fr (%) dos diferentes procedimentos realizados na área de medicina preventiva, e sua distribuição por espécie.....	3
<b>Tabela 3</b> – Fr (%) por área clínica e sua distribuição por espécie .....	5
<b>Tabela 4</b> – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de cardiologia e sua distribuição por espécie animal.....	5
<b>Tabela 5</b> – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de dermatologia e sua distribuição por espécie animal.....	7
<b>Tabela 6</b> – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de endocrinologia e sua distribuição por espécie animal.....	8
<b>Tabela 7</b> – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de endocrinologia e sua distribuição por espécie animal.....	10
<b>Tabela 8</b> – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de Infetocontagiosas e parasitárias, e sua distribuição por espécie animal.....	12
<b>Tabela 9</b> – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de músculo-esquelético, e sua distribuição por espécie animal. ....	13
<b>Tabela 10</b> – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de neurologia, e sua distribuição por espécie animal.....	15
<b>Tabela 11</b> – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de odontoestomatologia, e sua distribuição por espécie. ....	17
<b>Tabela 12</b> – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de oftalmologia, e sua distribuição por espécie animal.....	18
<b>Tabela 13</b> – Fr (%) das afeções observadas na área de oncologia, e sua distribuição por espécie.....	19
<b>Tabela 14</b> – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de otorrinolaringologia, e sua distribuição por espécie .....	19
<b>Tabela 15</b> – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de pneumologia, e sua distribuição por espécie animal.....	20
<b>Tabela 16</b> – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de ginecologia, andrologia e obstetrícia, e sua distribuição por espécie animal.....	20
<b>Tabela 17</b> – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de toxicologia, e sua distribuição por espécie animal.....	22
<b>Tabela 18</b> – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de urologia/ nefrologia, e sua distribuição por espécie. ....	23
<b>Tabela 19</b> – Fr (%) cirurgias observadas na área de patologia cirúrgica, e sua distribuição por espécie.....	25

<b>Tabela 20</b> – Fr (%) dos procedimentos cirúrgicos observados na área de cirurgia odontológica .....	25
<b>Tabela 21</b> – Fr (%) dos procedimentos cirúrgicos observados na área de cirurgia oftalmológica .....	25
<b>Tabela 22</b> – Fr (%) dos procedimentos cirúrgicos observados na área de cirurgia ortopédica..26	
<b>Tabela 23</b> – Fr (%) dos procedimentos cirúrgicos observadas na área da cirurgia de tecidos moles.....	28
<b>Tabela 24</b> – Fr (%) de outros procedimentos cirúrgicos observados durante o período de estágio.....	29
<b>Tabela 25</b> – Fr (%) dos ECD realizados no CVC e sua distribuição por espécie animal.....	30
<b>Tabela 26</b> – Sistema para classificação de fraturas abertas .....	43
<b>Tabela 27</b> - Tolerância à tensão/% de deformação interfragmentária .....	52
<b>Tabela 28</b> – métodos de fixação de fraturas, e exemplos da sua utilização .....	57
<b>Tabela 29</b> - Vantagens e desvantagens da fixação externa no tratamento de fraturas.....	60
<b>Tabela 30</b> – Tamanho e materiais das barras conectoras disponíveis em cada sistema de fixação externa. ....	63
<b>Tabela 31</b> – Tamanhos dos componentes disponíveis para fixação linear externa, consoante o sistema de fixação escolhido .....	66
<b>Tabela 32</b> – diâmetros e tensões adequadas dos fios de <i>Kirschner</i> em FCE.....	88
<b>Tabela 33</b> – Resultados do perfil bioquímico pré-operatório da Diana .....	100
<b>Tabela 34</b> – Resultados do hemograma, com fórmula leucocitária, pré-operatório da Diana .	100

## Siglas e Abreviaturas

- AO/ASIF** - (Association for Osteosynthesis/Association for the Study of Internal Fixation)
- BID** – Duas vezes por dia (*bis in die*)
- CIF** – Cistite idiopática felina
- CPV-2** – Parvovírus canino tipo 2 (*Canine parvovirus 2*)
- CVC** – Centro Veterinário Conimbricense.
- DAPP** - Dermatite alérgica a picada da pulga.
- DDV** – Doença degenerativa valvular
- ECD** - Exames complementares de diagnóstico
- ELISA** - (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay)
- FCE** – Fixador circular externo
- FeLV** – Virus da leucemia felina
- FH** - Fixadores híbridos lineares-circulares
- FLUTD** – Doença do trato urinário inferior felina (feline lower urinary tract disease)
- Fr (%)** – Frequência relativa em percentagem
- FUS** – Síndrome urológico felino
- IM** – Intramuscular
- MPD** - Membro pélvico direito
- MTD** - Membro torácico direito
- OA** - Osteoartrite
- PMMA** - Polimetilmetacrilato
- PO** – Via oral (*per os*)
- RLCCr** - Rotura de ligamento cruzado cranial
- SC** – Subcutâneo
- SID** – Uma vez por dia (*semel in die*)
- TPA** - Ângulo do plateau/mesa tibial.
- TPLO** – *Tibial Plateau Leveling Osteotomy* ou Osteotomia para nivelamento da mesa tibial



## 1 - Introdução

---

O presente relatório refere-se às atividades desenvolvidas durante o estágio curricular de domínio fundamental, para conclusão do Mestrado integrado em Medicina Veterinária pela Universidade de Évora.

O relatório encontra-se dividido em duas partes:

- A primeira parte é constituída por uma breve apresentação e tratamento estatístico das atividades desenvolvidas durante os quatro meses de estágio (oito de agosto até nove de dezembro) no Centro Veterinário Conimbricense, em Coimbra, sob a orientação científica do Professor Doutor Nuno Cardoso.
- A segunda parte é composta por uma monografia sobre o tema “Fixação externa no tratamento de fraturas do aparelho apendicular em animais de companhia”, sendo apresentado também um dos casos relacionados com o tema, assistido no Centro Veterinário Conimbricense.

Durante os quatro meses de estágio realizados no Centro Veterinário Conimbricense (CVC), tive a oportunidade de me integrar na sua equipa e participar nas diversas atividades diárias da clínica.

Assisti a consultas de medicina preventiva, bem como a consultas das mais diversas áreas clínicas. Acompanhei e participei no processo de diagnóstico, terapêutica (médica e cirúrgica) e nas reuniões para discussão dos diferentes casos clínicos. Integrei-me ainda nas atividades desenvolvidas no internamento e serviço de urgências da clínica.

De realçar que durante todo o estágio estive sempre acompanhado pelos médicos veterinários de serviço no CVC, o que contribuiu grandemente para o meu desenvolvimento académico, bem como para a perceção das diferentes abordagens clínicas e métodos de comunicação com os proprietários dos pacientes.

## 2 - Casuística

Para apresentação e análise das atividades desenvolvidas durante este estágio, estas foram agrupadas em três áreas da Medicina Veterinária: medicina preventiva, patologia médica e patologia cirúrgica. Dentro da patologia médica e cirúrgica, as diferentes afeções e procedimentos são também alvo de tratamento estatístico individual. Os exames complementares de diagnóstico observados serão também alvo de tratamento estatístico e serão apresentados em separado.

Serão apresentadas, em cada tabela, as frequências relativas (Fr (%)) de cada área clínica, afeção/doença ou procedimento, havendo também a divisão por espécie animal (canídeos, felídeos e exóticos).

### 2.1 - Distribuição por espécie animal

Olhando para os dados relativos à distribuição por espécie animal (gráfico 1), conclui-se que os canídeos foram a espécie que mais vezes se apresentou à consulta no CVC, com uma frequência relativa de 69,31%. Os felídeos foram a espécie que se seguiu com 28,5% e os exóticos foram a espécie menos significativa, representando apenas 2,18% de todos os animais que se apresentaram à consulta no CVC. Quando são referidos “animais exóticos”, este grupo é constituído por várias espécies, sendo o *Oryctolagus cuniculus* (coelho) a espécie mais representativa nas consultas observadas no CVC.

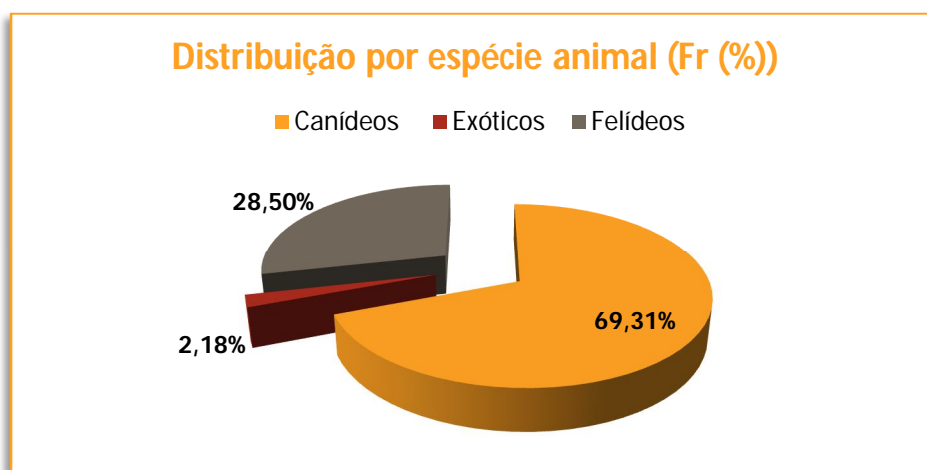


Gráfico 1 - distribuição por espécie animal (Fr (%))

## 2.2 - Áreas clínicas

Ao analisar a tabela 1, pode-se constatar que a área clínica com maior número de casos observados foi a patologia médica (48,9%), seguida pela área de medicina preventiva (29,28%) e, por último, patologia cirúrgica (21,82%). Dentro de todas estas áreas, constata-se que a espécie animal com maior prevalência foram sempre os canídeos seguidos pelos felídeos.

**Tabela 1** – Fr (%) das áreas clínicas observadas e sua distribuição por espécie

Área clínica	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Medicina preventiva	29,28%	71,50%	27,00%	1,50%
Patologia cirúrgica	21,82%	72,48%	32,21%	0,67%
Patologia médica	48,90%	74,55%	22,46%	2,99%

### 2.2.1 - Medicina preventiva

Pela análise da tabela 2 constatamos que, na área da medicina preventiva, o procedimento que mais vezes foi observado foi a vacinação (68,44%), seguido da desparasitação (26,60%) e identificação eletrónica (4,96%).

Podemos ainda constatar que os canídeos foram a única espécie a receber o dispositivo de identificação eletrónica (*"microchip"*). Tal poderá dever-se ao facto de em Portugal a identificação eletrónica de pequenos animais ser obrigatória apenas para os canídeos, segundo os termos estabelecidos no Decreto-Lei n.º 313/2003, de 17 de dezembro.

**Tabela 2**- Fr (%) dos diferentes procedimentos realizados na área de medicina preventiva, e sua distribuição por espécie

Medicina preventiva	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Desparasitação	26,60%	64,00%	36,00%	0,00%
Identificação eletrónica	4,96%	100%	0,00%	0,00%
Vacinação	68,44%	72,54%	26,42%	1,04%

Prevenir as infeções é sempre melhor do que tratá-las, e o melhor método de prevenção é sempre evitar a exposição a determinado agente (Lappin, 2005). Como tal, o reconhecimento de fatores de risco associados a agentes infecciosos é o primeiro passo para a prevenção de doenças infecciosas (Lappin, 2005). No entanto, alguns destes fatores são difíceis de controlar e a vacinação apresenta-se como um meio de prevenção alternativo e eficaz.

O uso de vacinas em Medicina Veterinária evoluiu muito desde um uso experimental para um uso rotineiro e bastante seguro, sendo mesmo, em grande parte, responsável pelo controlo e erradicação de várias doenças (McVey & Shi, 2010).

Não existe um protocolo de vacinação que seja perfeito para todas as situações, e o primeiro passo para identificar o protocolo de vacinação apropriado para um paciente, é determinar a sua suscetibilidade, baseada na sua história clínica (Rynders, 2005). Além da idade e estado de saúde do paciente, outros fatores como a incidência e severidade da doença, facilidade de transmissão da doença, eficácia da vacina, probabilidade de exposição

ao agente e fatores relacionados com a saúde pública, devem ser considerados para a escolha do melhor protocolo (Rynders, 2005).

Um dos fatores importantes a ter em conta na vacinação de animais jovens, é o facto de existir uma imunização passiva, a partir do colostro materno, que pode levar a falhas na imunização ativa (Rynders, 2005). A maioria dos neonatos que têm um parto normal ingere o colostro materno dentro das quarenta e oito horas seguintes ao nascimento (Rynders, 2005). Esta transferência de anticorpos confere uma imunização passiva adequada durante um determinado período de tempo, ao longo do qual a concentração de anticorpos maternos decresce, ficando depois o animal mais vulnerável a micro-organismos causadores de doença (Greene & Levy, 2012). A imunização ativa só pode ser estimulada quando a concentração de anticorpos maternos no paciente descer a um nível suficientemente baixo (Greene & Levy, 2012). Para ultrapassar esta potencial causa de falha vacinal, as vacinas são normalmente administradas nos cachorros através de uma série de reforços (Rynders, 2005; Greene & Levy, 2012).

O protocolo de vacinação canina no CVC, normalmente, inicia-se por volta do mês e meio de idade (45 dias) com uma vacina bivalente contra a parvovirose e a esgana. Três semanas após essa primeira inoculação, é feito um reforço com uma vacina pentavalente, eficaz contra a leptospirose, a hepatite infecciosa, a parvovirose, a esgana e a parainfluenza. Um novo reforço desta vacina é feito três semanas depois e, após este último reforço, esta vacina pentavalente passa a ser realizada anualmente durante o resto da vida do animal. Entre os quatro e os seis meses de idade é realizada a vacinação antirrábica e a identificação eletrónica, passando depois a vacinação antirrábica passa a ser realizada anualmente.

O protocolo de vacinação de felídeos é iniciado aos dois meses (60 dias) de idade, com a administração de uma vacina trivalente contra a panleucopénia, herpes vírus e calicivirus. Um reforço desta vacina é realizado três semanas após a primeira inoculação, passando depois a ser feito apenas um reforço anual durante o resto da vida do animal. A vacinação contra o vírus da leucemia felina (FeLV) é realizada apenas em animais que tenham acesso, ou contactem com outros que tenham acesso ao exterior, devido ao aumento do risco exposição ao agente relativamente aos animais que não têm acesso ao exterior.

## 2.2.2 - Patologia médica

A área clínica com maior prevalência no CVC, durante o período de estágio, foi a Dermatologia (22,89%), seguida pelo sistema músculo-esquelético (12,96%) e pela gastroenterologia e glândulas anexas (12,31%) (tabela 3).

**Tabela 3** – Fr (%) por área clínica e sua distribuição por espécie

Área clínica	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Cardiologia	1,51%	100,00%	0,00%	0,00%
Dermatologia	22,89%	80,19%	11,32%	8,49%
Doenças infetocontagiosas e parasitárias	11,45%	54,72%	45,28%	0,00%
Endocrinologia	1,94%	77,78%	22,22%	0,00%
Gastroenterologia e glândulas Anexas	12,31%	70,18%	29,82%	0,00%
Ginecologia, andrologia e obstetrícia	4,97%	82,61%	17,39%	0,00%
Neurologia	1,94%	100,00%	0,00%	0,00%
Odontoestomatologia	3,67%	70,59%	23,53%	5,88%
Oftalmologia	9,94%	73,91%	23,91%	2,17%
Oncologia	3,46%	75,00%	25,00%	0,00%
Otorrinolaringologia	3,67%	76,47%	23,53%	0,00%
Pneumologia	2,16%	60,00%	40,00%	0,00%
Sistema músculo-esquelético	12,96%	75,00%	23,33%	1,67%
Toxicologia	1,30%	50,00%	50,00%	0,00%
Urologia/ nefrologia	5,83%	33,33%	66,67%	0,00%

### 2.2.2.1 - Cardiologia

Na área de cardiologia, a afeição mais vezes observada foi a doença degenerativa valvular (DDV) (57,14%), seguida da cardiomiopatia dilatada (28,57%) (tabela 4). Pode-se também constatar, pela análise da tabela 4, que apenas se apresentaram canídeos às consultas de cardiologia, durante o período de estágio no CVC.

**Tabela 4** – Fr (%) das afeições observadas na área clínica de cardiologia e sua distribuição por espécie animal

Cardiologia	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Cardiomiopatia dilatada	28,57%	100,00%	0,00%	0,00%
Doença degenerativa valvular	57,14%	100,00%	0,00%	0,00%
Efusão pericárdica (figura 1)	14,29%	100,00%	0,00%	0,00%

A DDV é causada pela acumulação de glicosaminoglicanos e fibrose dos folhetos das válvulas e cordas tendinosas, o que leva a uma coaptação insuficiente da válvula, com regurgitação e, em casos avançados, insuficiência cardíaca congestiva (Haggstrom, 2010)

É a causa mais comum de falha cardíaca em canídeos, afetando mais as raças pequenas, e é rara em felídeos (Ware, 2007; Haggstrom, 2010). A válvula mais comumente afetada é a válvula mitral, embora frequentemente as duas válvulas atrioventriculares estejam afetadas (Ware, 2007). O comprometimento da válvula tricúspide isoladamente é raro (Ware, 2007). As válvulas aórtica e pulmonar encontram-se muitas vezes espessadas em animais

mais velhos, mas a insuficiência provocada é, na maioria dos casos, ligeira e sem grande significado clínico (Ware, 2007).

A insuficiência valvular (regurgitação) aumenta à medida que as lesões na válvula progridem (Ware, 2007; Haggstrom, 2010). Este processo normalmente é relativamente lento, o que permite mecanismos compensatórios para que a pressão atrial permaneça baixa, a não ser que haja um aumento brusco no volume de refluxo (rotura de corda tendinosa, por exemplo). O refluxo valvular leva a uma dilatação atrial e ventricular ipsilateral (Ware, 2007).

Os sinais clínicos podem incluir tosse, taquipneia, letargia, anorexia, intolerância ao exercício, síncope, ascite e morte súbita (Haggstrom, 2010).

O tratamento médico desta afeção é meramente paliativo, uma vez que não inibe nem previne a progressão da degeneração valvular, tendo como objetivo o alívio dos sinais clínicos (Haggstrom, 2010). O tratamento médico adequado depende do grau de doença e apenas deve ser realizado em pacientes com sinais clínicos (Linde, 2005; Haggstrom, 2010). Este pode incluir diuréticos, inibidores da enzima conversora da angiotensina, pimobendan e o uso de digoxina deve ser ponderado nos casos em que exista fibrilação atrial (Linde, 2005).



**Figura 1** – Ecocardiografia em canídeo. Pode-se observar uma massa presente na base da artéria aorta (suspeita de quemodectoma) e o derrame pericárdico. Propriedade intelectual do CVC.

#### 2.2.2.2 - Dermatologia

O prurido é o sinal clínico, e motivo de consulta, mais comum em dermatologia veterinária, podendo ser consequência tanto de afeções especificamente dermatológicas, como de outro tipo de doenças não dermatológicas (Scott et al., 2001). Causas comuns de prurido em cães incluem a infestação por ectoparasitas, pioderma, dermatite por *Malassezia spp*, dermatite atópica e hipersensibilidade alimentar (Hill, 2005).

Através da análise da tabela 5, podemos constatar que na área de dermatologia, a afeção com maior prevalência foi a atopia (16,67%), seguida pela dermatite alérgica á picada da pulga (DAPP), pelos nódulos cutâneos, pela laceração cutânea e pela impactação das glândulas perianais, todas com uma Fr (%) de 11,11%.

Note-se também que a dermatologia foi a área clínica com maior representatividade (22,89%) e os canídeos foram a espécie que mais se apresentou á consulta devido a problemas dermatológicos (80,19%), seguidos dos felídeos (11,32%) e finalmente os exóticos

(8,49%) (tabela 3). De referir ainda que na contagem dos casos de dermatologia não foram incluídas afeções de outras áreas clínicas com manifestações dermatológicas.

**Tabela 5** – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de dermatologia e sua distribuição por espécie animal

Dermatologia		Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Abscesso subcutâneo		6,48%	71,43%	28,57%	0,00%
Alergia alimentar		1,85%	100,00%	0,00%	0,00%
Atopia		16,67%	100,00%	0,00%	0,00%
Dermatite	Contacto	1,85%	50,00%	50,00%	0,00%
	Dermatite alérgica à picada da pulga	11,11%	100,00%	0,00%	0,00%
	<i>Malassezia spp.</i>	3,70%	100,00%	0,00%	0,00%
	Miliar	1,85%	0,00%	100,00%	0,00%
	Impetigo	0,93%	100,00%	0,00%	0,00%
Dermatofitose		9,26%	30,00%	0,00%	70,00%
Erosão cutânea		5,31%	66,67%	33,33%	0,00%
Fístula das glândulas perianais		1,85%	100,00%	0,00%	0,00%
Impactação das glândulas perianais		11,11%	100,00%	0,00%	0,00%
Laceração cutânea		11,11%	83,33%	16,67%	0,00%
Laceração de almofada plantar		1,85%	100,00%	0,00%	0,00%
Nódulo cutâneo		11,11%	83,33%	0,00%	16,67%
Pioderma profunda		6,48%	71,43%	28,57%	0,00%
Placa eosinofílica		0,93%	0,00%	100,00%	0,00%
Pododermatite plasmocitária		0,93%	0,00%	100,00%	0,00%

A atopia canina pode ser definida como uma predisposição genética para desenvolver reações alérgicas cutâneas, mediadas por uma reação de hipersensibilidade do tipo I, contra alérgenos ambientais (Patterson, 2008).

Os seus sinais clínicos iniciam-se com eritema cutâneo e com a presença de prurido, que pode ser sazonal ou não, dependendo do alérgeno em questão (Hnilica, 2011). A maioria dos cães começa mesmo com sinais clínicos de ocorrência sazonal, que progressivamente se tornam não-sazonais (Patterson, 2008). Existem algumas raças predispostas (*Labrador Retriever*, *West Highland White Terrier* e *Boxer*, por exemplo), e a idade mais comum para o aparecimento da doença situa-se entre os doze meses e os três anos de idade, embora idades entre os seis meses e os sete anos estejam descritas (Patterson, 2008).

Lesões secundárias, relacionadas com o prurido, estão normalmente presentes e incluem a tinação por saliva, a alopecia, a presença de crostas, escoriações, descamação, hiperpigmentação e liquenificação cutânea (Hnilica, 2011). Pioderma secundária, dermatite por *Malassezia spp* e otite externa também são sinais clínicos comuns (Hnilica, 2011).

O diagnóstico é feito através dos sinais clínicos (prurido sazonal é o mais típico), exclusão de outras afeções pruríticas e testes de alergológicos (intradérmicos e/ou serológicos) (Hnilica, 2011).



O tratamento pode passar por várias vertentes, dependendo das características de cada caso. No entanto, o tratamento de infeções secundárias ou concomitantes, a redução da exposição ao alérgeno e o controlo ectoparasitas (pulgas) devem fazer parte da base de tratamento em todos os casos (Hnilica, 2011). A dieta deve ser rica em ácidos gordos essenciais e com uma única fonte proteica (Nuttal, 2008).

Praticamente todos os cães atópicos necessitam terapia anti-inflamatória para controlo do prurido e inflamação. Os fármacos mais utilizados são a ciclosporina, que é eficaz e bem tolerada pelo animal, o tacrolimus (semelhante à ciclosporina), os glucocorticoides, que apresentam muitos efeitos secundários, e os agentes anti-histamínicos (Nuttal, 2008). A utilização de produtos tópicos, como champôs anti-pruríticos ou anti-microbianos, cremes hidratantes, glucocorticoides e anti-histamínicos, podem ser úteis como adjuvantes no controlo dos sinais clínicos, não devendo ultrapassar um período de tratamento de sete dias (Nuttal, 2008; Hnilica, 2011).

A utilização de protocolos de imunoterapia específica (vacina de alérgenos) pode ser vantajosa, uma vez que se crê que a administração de doses elevadas do alérgeno através de uma via não habitual (sub-cutânea, em vez de intra-dérmica, por exemplo) possa induzir tolerância (Nuttal, 2008). Entre 60 a 75% dos cães atópicos apresentam resultados bons a excelentes com este tipo de terapia (Hnilica, 2011);

O prognóstico desta afeção é bom, embora terapia para o resto da vida do animal seja necessária na maioria dos casos (Hnilica, 2011). As recaídas são frequentes e ajustes ao tratamento são normalmente necessários para controlar os sinais clínicos (Hnilica, 2011).

### 2.2.2.3 - Endocrinologia

A diabetes mellitus foi a doença com maior expressividade na área de endocrinologia (55,56%), seguida do hiperadrenocorticismismo (33,33%) e pelo hipotiroidismo (11,11%) (Tabela 6). De referir ainda que os canídeos foram a espécie que mais se apresentou à consulta devido a problemas endócrinos (77,78%), seguidos dos felídeos (22,22%) (Tabela 3). A diabetes mellitus foi também a única endocrinopatia diagnosticada em gatos.

**Tabela 6** – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de endocrinologia e sua distribuição por espécie animal.

Endocrinologia	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Diabetes mellitus	55,56%	60,00%	40,00%	0,00%
Hiperadrenocorticismismo	33,33%	100,00%	0,00%	0,00%
Hipotiroidismo	11,11%	100,00%	0,00%	0,00%

A Diabetes mellitus é caracterizada por uma deficiência (absoluta ou relativa) de secreção de insulina pelas células  $\beta$  das ilhotas de Langerhans do pâncreas (Herrtage, 2009).

Nos canídeos é uma das disfunções endócrinas mais comuns e normalmente ocorre em cães de meia-idade a idosos, assemelhando-se a maioria das vezes à forma humana de diabetes tipo 1, que é provocado por uma destruição autoimune das células  $\beta$  do pâncreas em indivíduos geneticamente predispostos (Reusch et al., 2010).



Outras causas de diabetes secundário em cães incluem pancreatite (crônica ou aguda), neoplasia pancreática e insulino-resistência devido a outros fatores ou doenças como excesso de glucocorticoides (endógenos ou exógenos) ou aumento dos níveis de progesterona em cadelas durante o diestro, por exemplo (Reusch et al., 2010).

Em cães os sinais clínicos mais clássicos são: poliúria, polidipsia, polifagia e perda de peso. Muitos destes sinais, por vezes, podem não ser perceptíveis até que o animal comece a perder a visão devido a cataratas diabetogénicas (Reusch et al., 2010). Cerca de 50% dos canídeos desenvolvem cataratas durante os 6 meses após o diagnóstico de diabetes e 80% dentro de 16 meses após esse mesmo diagnóstico (Beam et al., 1999).

Em Felídeos, é assumido que em aproximadamente 80% dos casos da doença, trata-se de diabetes mellitus tipo 2 (Reusch et al., 2010; Reush, 2011).

Na Diabetes mellitus do tipo 2, existe uma combinação de falha de atuação da insulina (insulino-resistência) e falha nas células  $\beta$  do pâncreas. Fatores genéticos e fatores ambientais concorrem para a ocorrência destes dois mecanismos (Reush, 2011). Fatores de risco para o aparecimento desta doença são o avanço da idade, sexo masculino, esterilização, pouca atividade física, administração de glucocorticoides ou progesterona e obesidade. Tal como em humanos, o fator de risco mais determinante em gatos é mesmo a obesidade, havendo mesmo um risco 3,9 vezes maior de aparecimento da doença em gatos obesos (Reusch et al., 2010).

Pancreatite, hipercortisolismo, hipersomatotropismo e exposição a hormonas diabetogénicas (progestagénios e glucocorticoides) também são possíveis causas de diabetes mellitus em felídeos (Reusch et al., 2010).

Os sinais clínicos em felídeos incluem: polidipsia, poliúria, polifagia e perda de peso (Reusch et al., 2010). Neuropatia diabética ocorre em cerca de 10% dos gatos, apresentando estes animais fraqueza dos membros posteriores, diminuição da capacidade de salto e postura plantígrada (Reusch et al., 2010). Raramente ocorre fraqueza dos membros anteriores (Reusch et al., 2010). Embora durante muito tempo se tenha assumido que os gatos não desenvolviam cataratas secundariamente a diabetes mellitus, um estudo realizado com 50 gatos diabéticos concluiu que quase todos apresentavam opacidades ao nível do cristalino que eram mais pronunciadas e mais precoces que nos gatos não diabéticos (Williams & Heath, 2006).

O diagnóstico de diabetes mellitus é feito com base nos sinais clínicos, hiperglicemia persistente e glicosúria (Reusch et al., 2010; Reush, 2011). A medição da frutossamina não é essencial para o diagnóstico, mas como não é afetada por variações recentes do valor de glicemia, permite avaliar a glicemia média nas duas semanas anteriores (Reusch et al., 2010).

O objetivo do tratamento passa pela eliminação dos sinais clínicos, prevenir complicações a curto prazo (hipoglicemia e cetoacidose, por exemplo) e providenciar uma boa qualidade de vida ao animal (Reusch et al., 2010; Reush, 2011).

O tratamento geral consiste em insulino-terapia, manejo dietético, redução do peso corporal (em animais obesos), exercício diário, cessar outros tratamentos com fármacos

diabetogénicos (glucocorticoides, por exemplo) e controlo de problemas secundários à doença (Reusch et al., 2010).

Contrariamente aos cães, nos felídeos existe a possibilidade de resolução da doença, desde que haja um tratamento adequado, podendo mesmo ocorrer em até 50% dos gatos com diabetes e, normalmente, durante os primeiros 3 meses de terapia (Reusch, 2011).

#### 2.2.2.4 - Gastroenterologia e glândulas anexas

A diarreia aguda apenas é ultrapassada pelo prurido nos números de cães que se apresentam ao veterinário (Miller, 2007) e, tal como seria de esperar, as entidades clínicas mais vezes observadas na área de gastroenterologia e glândulas anexas foram a gastroenterite por indiscrição alimentar (29,82%), seguida das gastroenterites inespecíficas (15,79%) (tabela 7). Note-se que no tratamento estatístico desta área clínica, não foram levadas em conta as gastroenterites de origem vírica, como a parvovirose, uma vez que por terem um carácter infeccioso foram agrupadas na área das doenças infecciosas e parasitárias.

Os canídeos foram a espécie que mais vezes se apresentou à consulta devido a problemas gastrointestinais (70,18%), seguidos dos felídeos (29,82%) (tabela 3).

**Tabela 7** – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de endocrinologia e sua distribuição por espécie animal

Gastroenterologia e glândulas anexas		Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Colangiohepatite		3,51%	0,00%	100,00%	0,00%
Enterocolite		3,51%	100,00%	0,00%	0,00%
Fecaloma		10,53%	83,33%	16,67%	0,00%
Gastroenterite	Indiscrição alimentar	29,82%	82,35%	17,65%	0,00%
	Inespecífica	15,79%	55,56%	44,44%	0,00%
	Parasitária	5,26%	100,00%	0,00%	0,00%
	Crónica	1,75%	100,00%	0,00%	0,00%
Hepatite aguda		3,51%	100,00%	0,00%	0,00%
Hepatite crónica ativa		3,51%	100,00%	0,00%	0,00%
Hepatopatia por esteroides		3,51%	100,00%	0,00%	0,00%
Ingestão de corpo estranho		3,51%	100,00%	0,00%	0,00%
Lipidose Hepática		7,02%	0,00%	100,00%	0,00%
Pancreatite		1,75%	100,00%	0,00%	0,00%
Rotura	Gástrica	3,51%	0,00%	100,00%	0,00%
	Intestinal	1,75%	0,00%	100,00%	0,00%
Úlcera gástrica		1,75%	100,00%	0,00%	0,00%

Considerou-se como gastroenterite todos os animais que se apresentavam à consulta com história de episódios de vômito e diarreia (mínimo um de cada). A maioria das vezes tratava-se de processos auto-limitantes e em animais que apresentavam um bom estado geral. Como tal, apenas se realizou tratamento sintomático na maioria dos casos, sem que se conseguisse chegar a uma conclusão acerca da etiologia do problema, a não ser que houvesse um episódio de indiscrição alimentar óbvio.

A maioria de casos com sinais gastrointestinais são mesmo auto-limitantes e estão na maioria das vezes, associados a episódios de indiscrição alimentar (Simpson, 2005). No entanto, exceto em casos de parvovirose, parasitas e indiscrição alimentar óbvia, a etiologia da gastroenterite raramente é diagnosticada, uma vez que na maioria dos casos os animais afetados melhoram espontaneamente, sendo apenas necessária terapia sintomática e de suporte (Willard, 2009). A necessidade de meios complementares de diagnóstico depende essencialmente da severidade da doença, mas a imagiologia abdominal e uma analítica sanguínea (bioquímica e hemograma) estão quase sempre indicadas, podendo ser necessários mais exames se se suspeitar de outras afeções (Willard, 2009).

A fluidoterapia e a restrição alimentar (nada *per os*) durante 12 a 24 horas geralmente são o suficiente para que o vômito pare, no entanto, a terapia com um antiemético de ação central (maropitant, por exemplo) pode ser necessária (Willard, 2009). Quando o animal parar o vômito, pequenas quantidades de água fria podem ser oferecidas e, caso não vomite, porções de comida podem ser introduzidas ao longo do dia (frango cozido com arroz, por exemplo) (Willard, 2009). Na generalidade, os animais com gastrite e/ou enterite agudas não beneficiam de antibioterapia e o uso rotineiro de antibióticos em pacientes com problemas gastrointestinais não é recomendado a não ser que exista risco de infeção ou uma afeção específica esteja a ser tratada (Willard, 2009). Se a anorexia, vômito e diarreia desaparecerem com um a dois dias de tratamento sintomático e de suporte, um diagnóstico presuntivo de gastroenterite aguda pode ser tomado em conta (Willard, 2009).

#### 2.2.2.5 – Doenças infetocontagiosas e parasitárias

Pela análise da tabela 8 podemos concluir que na área de infetocontagiosas e parasitárias as afeções que mais se observaram nos animais que se apresentaram à consulta foram a gastroenterite vírica hemorrágica juvenil (21,82%), a imunodeficiência viral felina (FIV) (14,55%) e a leishmaniose (12,73%).

De referir ainda que a espécie animal que mais vezes se apresentou à consulta devido a doenças infecciosas ou parasitárias, foram os canídeos (54,72%), seguidos dos felídeos (45,28%) (tabela 3).

**Tabela 8** – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de Infetocontagiosas e parasitárias, e sua distribuição por espécie animal

Doenças infetocontagiosas e parasitárias	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Dirofilariose	1,82%	100,00%	0,00%	0,00%
Esgana	1,82%	100,00%	0,00%	0,00%
Leucemia felina (FeLV)	1,82%	0,00%	100,00%	0,00%
Imunodeficiência felina (FIV)	14,55%	0,00%	100,00%	0,00%
Gastroenterite vírica hemorrágica juvenil	21,82%	100,00%	0,00%	0,00%
Leishmaniose	12,73%	100,00%	0,00%	0,00%
Leptospirose	1,82%	100,00%	0,00%	0,00%
Micoplasmose felina ( <i>Micoplasma haemofelis</i> )	7,27%	0,00%	100,00%	0,00%
Peritonite infecciosa felina (PIF)	1,82%	0,00%	100,00%	0,00%
Sarna Demodécica	5,45%	100,00%	0,00%	0,00%
Sarna Otodécica	10,91%	16,67%	83,33%	0,00%
Sarna sarcoptica	1,82%	100,00%	0,00%	0,00%
Síndrome de Coriza	10,91%	0,00%	100,00%	0,00%
Tétano (figura 2)	1,82%	100,00%	0,00%	0,00%
Traqueobronquite infecciosa	3,64%	100,00%	0,00%	0,00%

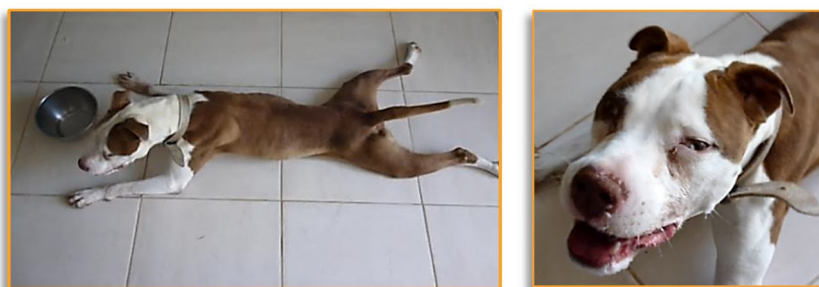
As gastroenterites víricas são normalmente diagnosticadas em animais jovens e não vacinados (Marks, 2005).

Numa infecção por parvovírus canino 2 (CPV-2) o vírus replica-se nas criptas do intestino, causando perda severa das vilosidades, diarreia, vômito e translocação bacteriana (Marks, 2005). Os sinais clínicos podem variar, sendo comum a anorexia, letargia, febre, vômito e diarreia (hemorrágica ou não) (Marks, 2005). A neutropenia causada pelo dano da medula óssea, provocado pelo vírus, predispõe ainda à ocorrência de septicemia ou endotoxemia, e a hipotermia, icterícia e coagulação intravascular disseminada são comuns nestes casos (Marks, 2005).

O diagnóstico das gastroenterites víricas hemorrágicas juvenis é feito através dos sinais clínicos, anamnese e eliminação de outras causas de diarreia (Lamm, 2008). Os testes comerciais ELISA (*Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay*) para o diagnóstico de parvovirose estão disponíveis e detetam antígenos na matéria fecal com uma especificidade relativamente elevada, mas baixa sensibilidade (Lamm, 2008). Os estudos realizados revelam que os testes rápidos ELISA para diagnóstico de parvovirose apresentam cerca de 50% de falsos negativos (Lamm, 2008).

O tratamento de uma enterite por CPV-2 é essencialmente o mesmo que numa enterite aguda severa: sintomático e de suporte (Marks, 2005; Lamm, 2008; Willard, 2009). A fluidoterapia e manutenção dos níveis eletrolíticos são essenciais e podem ser associados a antibiótica se houver infecção evidente ou para prevenir infecções secundárias (Marks, 2005; Lamm, 2008; Willard, 2009). Transfusões de sangue ou plasma podem ser necessárias (Lamm, 2008; Willard, 2009).

A prevenção da parvovirose pode ser feita de forma eficaz através da vacinação (Marks, 2005).



**Figura 2** - Canídeo com tétano. Notem-se os sinais clínicos: contração dos músculos faciais (*risus sardonicus*), orelhas e cauda erectas, sialorreia, hiperextensão e rigidez dos membros. Propriedade intelectual do CVC.

#### 2.2.2.6 – Sistema músculo-esquelético

Pela análise da tabela 9, podemos concluir que a osteoartrite (OA) foi a afeição não traumática mais observada nas consultas da área de ortopedia/ músculo-esquelético (12,86%), seguida pela rotura de ligamento cruzado cranial (RLCCr) (10,00%) e displasia de anca (8,57%) (tabela 9).

A área de traumatologia, compreende todas as fraturas e/ou luxações traumáticas que se apresentaram à consulta de ortopedia no Centro Veterinário Conimbricense, e absorve uma grande fatia desta área com uma frequência relativa de 54,29% (tabela 9).

Note-se que os canídeos foram, mais uma vez, a espécie mais vezes representada (75,00%), seguidos dos Felídeos (23,33%) e por fim os exóticos (1,67%) (tabela 3).

**Tabela 9** – Fr (%) das afeições observadas na área clínica de músculo-esquelético, e sua distribuição por espécie animal.

Músculo-esquelético	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Avulsão da tuberosidade da crista da tíbia	1,43%	100,00%	0,00%	0,00%
Deformidades angulares (figura 3,C)	2,86%	100,00%	0,00%	0,00%
Displasia de anca	8,57%	100,00%	0,00%	0,00%
Fratura de vértebras coccígeas	4,29%	0,00%	100,00%	0,00%
Fratura de fêmur (figura 3,A)	12,86%	33,33%	66,67%	0,00%
Fratura de mandíbula	2,86%	50,00%	50,00%	0,00%
Fratura de maxila	1,43%	100,00%	0,00%	0,00%
Fratura de rádio	8,57%	100,00%	0,00%	0,00%
Fratura de Úmero	2,86%	0,00%	50,00%	50,00%
Fratura metacarpo/metatarso	2,86%	100,00%	0,00%	0,00%
Fratura do coxal	8,57%	66,67%	33,33%	0,00%
Instabilidade tarso-crural	1,43%	100,00%	0,00%	0,00%
Luxação coxofemoral	8,57%	83,33%	16,67%	0,00%
Luxação de patela	7,14%	100,00%	0,00%	0,00%
Osteoartrite	12,86%	100,00%	0,00%	0,00%
Osteomielite	2,86%	50,00%	50,00%	0,00%
Rotura de ligamento cruzado cranial (RLCCr) (figura 3,B)	10,00%	100,00%	0,00%	0,00%

A OA, também denominada doença degenerativa articular, é a causa de dor crónica mais comum em cães, estimando-se que cerca de 20% de todos os cães sejam afetados por este processo (Carmichael, 2010). Normalmente, no cão, ocorre secundariamente a uma anomalia inicial (instabilidade articular, osteocondrose, trauma, por exemplo), e deve ser vista mais como um processo progressivo que como uma doença em si (Abercromby et al., 2006).

A OA pode ser definida como uma afeção articular, lenta e progressiva, que afeta toda a articulação, incluindo a cartilagem articular, membrana sinovial, líquido sinovial, osso subcondral e tecidos moles circundantes ou de suporte (músculo e ligamentos) (Marcellin-Little, 2005; Fox & Millis, 2010).

Historicamente tem sido definida como um processo não-inflamatório, no entanto, hoje sabe-se que existe uma componente inflamatória envolvida nesta doença, embora esta não seja mediada pelo aumento de células inflamatórias no líquido sinovial, como em outros tipos de artrite (Renberg, 2005; Fox & Millis, 2010). Um misto de processos regenerativos e degenerativos ocorrem na cartilagem articular, após um insulto que despoleta o processo, com a balança eventualmente a pender para a degeneração com o passar do tempo (Abercromby et al., 2006).

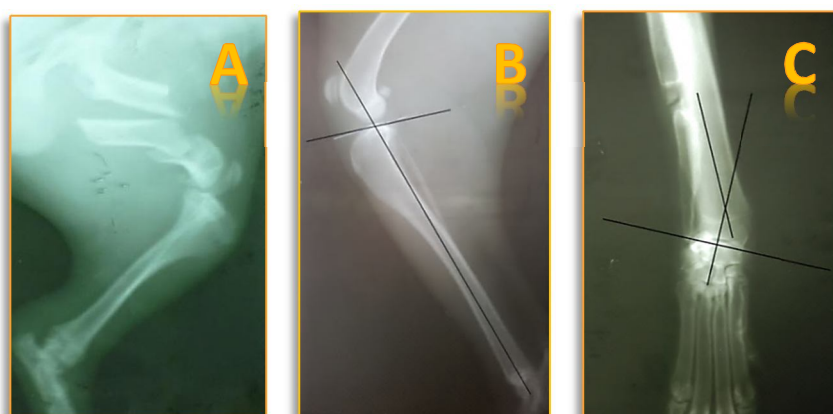
Os sinais clínicos estão relacionados com a presença de dor na articulação e incluem: inatividade, rigidez da articulação, claudicação, relutância em mover-se, atrofia muscular, amplitude de movimentos diminuída, crepitação, alterações no comportamento (agressão, por exemplo) (Abercromby et al., 2006).

O diagnóstico faz-se através dos sinais clínicos, exame físico e exame radiológico da articulação. Os sinais radiológicos da OA não são específicos e incluem a osteofitose, entesiofitose, mineralização intra-articular, esclerose sub-condral, quistos sub-condrais e tumefação dos tecidos moles envolventes (Abercromby et al., 2006).

Devido ao facto de não haver um método de tratamento que reverta o processo patológico, o tratamento da OA passa pela tentativa de controlo da sua progressão e sinais clínicos (Read, 2011). Os objetivos do tratamento passam, assim, por providenciar alívio de dor e melhorar a qualidade de vida, ser bem tolerado (ter em conta que será um tratamento de longo prazo), diminuir a inflamação, diminuir a taxa de lesão articular e ter um ajuste fácil da dose ao peso corporal (Read, 2011). Como tal, as principais áreas de intervenção no tratamento da OA são:

- O uso de dieta específica (suplementada com glucosamina, sulfato de condroitina, e ácidos gordos poliinsaturados) e controlo do peso corporal (Abercromby et al., 2006; Carmichael, 2010; Read, 2011);
- A terapia anti-inflamatória e analgésica, principalmente com agentes anti-inflamatórios não esteroides (AINEs) (Carmichael, 2010; Read, 2011);
- A condroprotecção (polissulfato de glicosaminoglicano, por exemplo) (Abercromby et al., 2006; Carmichael, 2010);

- O Exercício controlado, mobilização e fisioterapia (para preservar a função articular) (Abercromby et al., 2006; Carmichael, 2010);
- A Cirurgia, que pode estar indicada para melhorar a analgesia e a função de uma articulação, quer seja tratando a patologia subjacente (roturas de ligamentos, deformidades angulares, remoção de *flaps* de cartilagem e fragmentos ósseos, por exemplo), quer seja substituindo-a por próteses ou promovendo a sua fusão (artrodese) (Abercromby et al., 2006; Carmichael, 2010; Read, 2011).



**Figura 3 - A:** Raio-x, projeção médio-lateral, de fratura de fémur em canídeo; **B:** RLCCr em canídeo; **C:** Deformidade angular, tipo valgus, em canídeo. Propriedade intelectual do CVC.

### 2.2.2.7 - Neurologia

Na área de neurologia, as hérnias discais, as doenças degenerativas medulares e a epilepsia foram as três afeções mais observadas (25,00%) (tabela 10).

De referir ainda que apenas os canídeos se apresentaram no CVC devido a problemas neurológicos (tabela 3 e tabela 10).

**Tabela 10 – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de neurologia, e sua distribuição por espécie animal**

Neurologia	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Disfunção da placa motora	12,50%	100,00%	0,00%	0,00%
Doenças degenerativas medulares	25,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Epilepsia primária	25,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Hérnia de disco intervertebral	25,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Massa intracraniana ao nível do tálamo/hipotálamo	12,50%	100,00%	0,00%	0,00%

A degeneração e perda da função do disco intervertebral pode levar à protusão ou extrusão do núcleo pulposo para o canal vertebral (Forterre & Lang, 2010). A hérnia de disco



intervertebral é uma causa comum de disfunção neurológica em cães, sendo bastante mais rara em gatos (Brisson, 2010; Masian, 2011).

As chamadas raças condrodistróficas (*Beagle*, Pequinês, *Bulldog* Francês, e Caniche Miniatura, por exemplo) estão especialmente predispostas (Forterre & Lang, 2010). Nestas raças, a degeneração do disco intervertebral ocorre por metaplasia condroide, ou seja, por substituição gradual do núcleo pulposo por cartilagem hialina, perdendo assim a sua capacidade para suportar pressão (Forterre & Lang, 2010). A metaplasia fibrosa, por sua vez, é um processo degenerativo do disco intervertebral relacionado com o avanço da idade, em que existe uma colagenização fibrosa e consequente degeneração do anel fibroso (Brisson, 2010; Forterre & Lang, 2010). Esta ocorre independentemente da raça, embora esteja mais documentado nas não-condrodistróficas (Brisson, 2010; Forterre & Lang, 2010).

A severidade dos danos na espinal medula, provocados pela herniação do disco, dependem de vários fatores. Quanto maior a velocidade de herniação, maior é a lesão provocada (Forterre & Lang, 2010; Masian, 2011). O material herniado lesiona diretamente a medula espinal por contusão e compressão e indiretamente pela inflamação provocada (Forterre & Lang, 2010). A trombose de pequenos vasos, o edema intersticial e endotelial, o comprometimento dos mecanismos de autorregulação e alterações bioquímicas levam a isquemia e enfarte dos tecidos (Forterre & Lang, 2010).

Os sinais clínicos dependem da localização da lesão e podem ser hiperagudos, agudos ou crónicos, e podem incluir dor espinal, défices neurológicos de vários graus, e disfunção na micção (Forterre & Lang, 2010; Masian, 2011). Em lesões torácicas e lombares, o grau de défice neurológico pode ser classificado numa escala de um a cinco (Bubenik, 2005; Sharp & Wheeler, 2005):

1. Dor sem défices neurológicos;
2. Dor recorrente e paraparésia ambulatória;
3. Paraparésia não ambulatória;
4. Paraplegia;
5. Paraplegia com perda da sensibilidade profunda.

Animais que apresentem apenas dor (grau I) ou défices neurológicos ligeiros (grau II) e sem história de episódios anteriores, podem ser alvo do tratamento conservativo através do repouso num espaço confinado durante um período mínimo de quatro semanas (Bubenik, 2005; Forterre & Lang, 2010).

A descompressão cirúrgica está indicada em casos de dor persistente ou recorrente, em casos refratários ao tratamento médico e/ou com sinais espinais progressivos, e em animais com grau de lesão 3, 4 ou 5, caso a perda de sensibilidade profunda não persista há mais de 24 a 48 horas (Forterre & Lang, 2010; Masian, 2011).

O prognóstico é bastante favorável nos casos que apresentam sensibilidade profunda, enquanto nos casos em que esta foi perdida, o prognóstico depende de outros fatores, como a



longevidade da lesão e/ou a presença de sinais compatíveis com malácia ascendente (Masian, 2011).

### 2.2.2.8 - Odontoestomatologia

Através da análise da tabela 11 podemos concluir que a doença periodontal foi a afeção dentária mais observada durante o estágio, com uma frequência relativa de 57,89%. A doença dentária adquirida, a persistência da dentição decídua e a cárie dentária foram as afeções que se seguiram, com uma frequência relativa de 10,53% (tabela 11). Na doença dentária adquirida incluem-se os casos de sobrecrecimento de dentes, frequente em algumas espécies de roedores, bem como as alterações devidas a obsessões ou vícios do próprio animal, como é o caso do canídeo da Figura 4(A).

De referir ainda que os canídeos foram a espécie que mais vezes se apresentou à consulta devido a problemas dentários, com uma frequência relativa de 70,59%, seguidos dos felídeos (23,53%) e, finalmente, dos exóticos (5,88%) (tabela 3).

**Tabela 11** – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de odontoestomatologia, e sua distribuição por espécie.

Odontoestomatologia	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Abcesso da raiz do dente	5,26%	100,00%	0,00%	0,00%
Cárie dentária (figura 4,B)	10,53%	100,00%	0,00%	0,00%
Doença dentária adquirida (figura 4,A)	10,53%	50,00%	0,00%	50,00%
Doença periodontal	57,89%	72,73%	27,27%	0,00%
Gengivo-estomatite crónica felina	5,26%	0,00%	100,00%	0,00%
Persistência da dentição decídua	10,53%	100,00%	0,00%	0,00%



**Figura 4** – **A:** Cão com as raízes dentárias expostas, devido ao hábito de roer pedras. **B:** Cárie dentária no segundo molar, da arcada superior direita de um canídeo. Propriedade intelectual do CVC.

### 2.2.2.9 - Oftalmologia

A oftalmologia representou 10,04% das consultas de patologia médica que se realizaram no CVC (tabela 3).

As afeções oculares mais observadas foram a conjuntivite primária (47,83%), a úlcera de córnea (13,04%) e o entrópion (13,04%) (tabela 12).

De realçar ainda que os canídeos foram a espécie que mais se apresentou no Centro Veterinário conimbricense devido a problemas oftalmológicos, com uma frequência relativa de 73,91%, seguidos dos felídeos (23,91%) e, por último dos exóticos (2,17%) (tabela 3).

**Tabela 12** – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de oftalmologia, e sua distribuição por espécie animal

Oftalmologia	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Atrofia progressiva da retina	2,17%	100,00%	0,00%	0,00%
Conjuntivite primária	47,83%	54,55%	40,91%	4,55%
Entrópion	13,04%	100,00%	0,00%	0,00%
Meningioma do nervo óptico	2,17%	100,00%	0,00%	0,00%
Microftalmia	2,17%	100,00%	0,00%	0,00%
Prolapso da glândula da 3ª pálpebra	4,35%	100,00%	0,00%	0,00%
Protusão do globo ocular (figura 5)	6,52%	100,00%	0,00%	0,00%
Queratoconjuntivite seca	8,70%	100,00%	0,00%	0,00%
Úlcera de córnea	13,04%	66,67%	33,33%	0,00%



**Figura 5** – Prolapso do globo ocular em canídeo. Propriedade intelectual do CVC.

### 2.2.2.10 – Oncologia

Na área clínica de oncologia as neoplasias da glândula mamária não caracterizadas foram o tipo de neoplasias mais observada, com uma frequência relativa de 34,62%, seguidas do hemangiossarcoma (15,38%) e, por último, as metástases pulmonares e mastocitoma, ambos com 11,54% (tabela 13).

A oncologia representou 3,71% das consultas/casos de patologia médica observados, sendo que os canídeos foram a espécie mais representada com uma frequência relativa de 76,47%, sendo o restante representado pelos felídeos (tabela 3).

**Tabela 13** – Fr (%) das afeções observadas na área de oncologia, e sua distribuição por espécie

Oncologia	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Adenoma de células hepatóides	3,85%	100,00%	0,00%	0,00%
Carcinoma mamário	3,85%	100,00%	0,00%	0,00%
Condrossarcoma	3,85%	100,00%	0,00%	0,00%
Hemangiossarcoma	15,38%	100,00%	0,00%	0,00%
Histiocitoma	7,69%	100,00%	0,00%	0,00%
Lipoma	3,85%	100,00%	0,00%	0,00%
Mastocitoma	11,54%	100,00%	0,00%	0,00%
Metástases pulmonares	11,54%	33,33%	66,67%	0,00%
Neoplasia das glândulas mamárias (não caracterizadas)	34,62%	55,56%	44,44%	0,00%
Tricoblastoma	3,85%	100,00%	0,00%	0,00%

### 2.2.2.11 - Otorrinolaringologia

A área de otorrinolaringologia ocupou 3,71% do total de consultas de patologia médica, sendo que os canídeos foram a espécie que mais vezes se apresentou à consulta desta especialidade, com uma percentagem de 76,47% (tabela 3).

A afeção que motivou mais vezes a presença na consulta desta área clínica foi a otite externa de origem bacteriana com uma frequência relativa de 41,18%, sendo que os canídeos foram a espécie mais vezes representada com 85,71% dos casos desta afeção (tabela 14). De referir que a otite externa por *Malassezia spp*, de origem mista, a otite média e a fenda palatina foram as afeções que se seguiram, em termos de representatividade, todas com uma frequência relativa de 11,76% (tabela 14).

**Tabela 14** – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de otorrinolaringologia, e sua distribuição por espécie

Otorrinolaringologia	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Faringite	5,88%	100,00%	0,00%	0,00%
Fenda palatina congénita	11,76%	0,00%	100,00%	0,00%
Otite externa	<b>Bacteriana</b>	41,18%	85,71%	14,29%
	<b>Malassezia spp</b>	11,76%	100,00%	0,00%
	<b>Mista</b>	11,76%	100,00%	0,00%
Otite média	11,76%	50,00%	50,00%	0,00%
Rinite alérgica	5,88%	100,00%	0,00%	0,00%

### 2.2.2.12 - Pneumologia

Na área clínica de pneumologia, a pneumonia por aspiração foi a afeção que mais vezes foi observada, com uma frequência relativa de 30%, seguida do edema pulmonar cardiogénico e a broncopneumonia, ambos com uma frequência relativa de 20% (tabela 15).

De referir ainda que a pneumologia abarcou 2,18% das consultas de patologia médica, e os canídeos foram a espécie mais vezes representada, com uma percentagem de 60% (tabela 3).

**Tabela 15** – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de pneumologia, e sua distribuição por espécie animal.

Pneumologia	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Broncopneumonia (figura 6)	20,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Edema pulmonar cardiogénico	20,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Efusão pleural	10,00%	0,00%	100,00%	0,00%
Piotórax	10,00%	0,00%	100,00%	0,00%
Pneumonia por aspiração	30,00%	33,33%	66,67%	0,00%
Pneumotórax	10,00%	100,00%	0,00%	0,00%

**Figura 6** – Raio x torácico, projeção latero-lateral, de um canídeo com broncopneumonia. Propriedade intelectual do CVC.

### 2.2.2.13 - Ginecologia, andrologia e obstetrícia

A área clínica de ginecologia, andrologia e obstetrícia obteve uma frequência relativa de 4,8% das consultas de patologia médica, sendo que os canídeos foram a espécie que mais vezes se apresentou à consulta desta área, com uma percentagem de 86,36% dos casos, seguidos dos felinos com 13,64% dos casos (tabela 3).

Nesta área clínica, o motivo de consulta mais frequente foi a piómetra, com uma frequência relativa de 29,71%, sendo que os canídeos foram a espécie que mais vezes se apresentou à consulta devido a esta afeção, com uma percentagem de 71,43% (tabela 16). O segundo motivo de consulta mais frequente foi o diagnóstico de gestação, com uma frequência relativa de 20,83%, sendo que os canídeos foram a única espécie representada (tabela 16).

**Tabela 16** – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de ginecologia, andrologia e obstetrícia, e sua distribuição por espécie animal.

Ginecologia, andrologia e obstetrícia	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Criptorquidismo	12,50%	66,67%	33,33%	0,00%
Diagnóstico de gestação	20,83%	100,00%	0,00%	0,00%
Distocia	8,33%	100,00%	0,00%	0,00%
Estro persistente	4,17%	100,00%	0,00%	0,00%
Hermafroditismo	4,17%	0,00%	100,00%	0,00%
Hiperplasia benigna da próstata	8,33%	100,00%	0,00%	0,00%
Controlo do ciclo éstrico e inseminação artificial	8,33%	100,00%	0,00%	0,00%
Piometra (figura 7,B)	29,17%	71,43%	28,57%	0,00%
Prolapso Vaginal (figura 7,A)	4,17%	100,00%	0,00%	0,00%

A piómetra caracteriza-se pela acumulação de secreções purulentas no lúmen uterino e presença de quantidades variáveis de infiltrado celular inflamatório no endométrio e, em casos mais severos, no miométrio (Johnson, 2009). Pode ser classificada como piómetra aberta ou fechada, consoante o cervix se encontre aberto ou fechado (respetivamente) (Arnold et al., 2006).

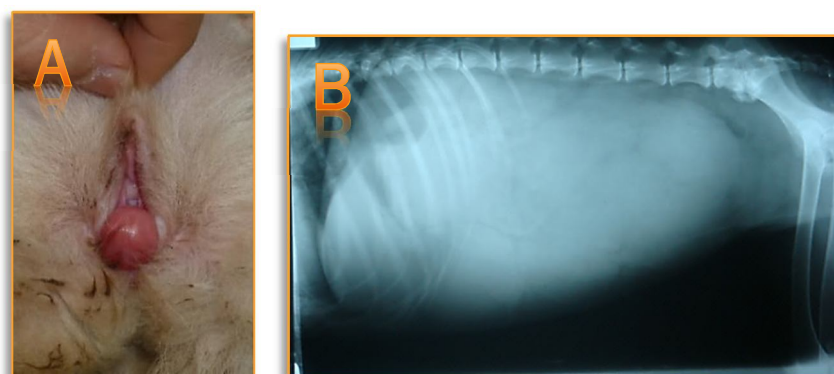
Os fatores que levam ao seu desenvolvimento não estão completamente esclarecidos, admitindo-se no entanto que as concentrações altas de progesterona, associadas à invasão bacteriana (presumivelmente proveniente da flora vaginal) desempenham um papel importante (Johnson, 2009).

Ocorre mais frequentemente em cadelas que em gatas, e o risco aumenta em fêmeas nulíparas, com o aumento da idade (provavelmente devido a repetida estimulação hormonal do útero), bem como com tratamentos hormonais com progesterona ou estrogénios (Johnson, 2009).

Os sinais clínicos normalmente tornam-se evidentes durante o diestro ou início do anestro, e podem incluir corrimento vulvar purulento (no caso de piómetra aberta), letargia, anorexia, vômito, polidipsia e poliúria, desconforto abdominal devido ao grau de distensão uterina, que é variável, desidratação e outros sinais clínicos que variam com o grau de septicémia ou endotoxémia (Johnson, 2009).

Apesar de o diagnóstico poder ser suspeitado, na maioria dos casos, apenas pela anamnese e sinais clínicos, a confirmação do diagnóstico definitivo é obtida através da ecografia abdominal ou radiografias abdominais, servindo estas também para excluir a gestação como diagnóstico diferencial, quando obtidas mais de 45 dias após o estro (Arnold et al., 2006; Johnson, 2009).

Devido ao risco de desenvolver septicémia, endotoxémia ou rotura uterina, deve ser sempre tratada com caráter de urgência. Além do tratamento de suporte necessário nestas situações, como a fluidoterapia e antibióterapia, o tratamento de eleição é a ovariosterectomia (Johnson, 2009). No entanto, os casos em que a cirurgia não seja uma opção de tratamento, podem ser tratados com recurso a vários tipos de prostaglandinas e a fármacos antiprogesterona (aglepristona), além da restante terapia de suporte (Arnold et al., 2006; Romagnoli, 2008).



**Figura 7 – A:** Prolapso vaginal em cadela. **B:** Raio-x abdominal, projeção latero-lateral de uma cadela com piômetra.

Propriedade intelectual do CVC.

#### 2.2.2.14 - Toxicologia

A área clínica de toxicologia ocupou uma frequência relativa de 1,31% dos casos de patologia médica observados no CVC durante o período de estágio, sendo que canídeos e felídeos foram as únicas espécies observadas, obtendo percentagens iguais (50%) (tabela 3).

As únicas intoxicações observadas foram devidas a ingestão de acetaminofeno, permetrinas, ou rodenticidas, todas com uma frequência relativa de 33,33% (tabela 17).

**Tabela 17 – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de toxicologia, e sua distribuição por espécie animal.**

Toxicologia	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Acetaminofeno	33,33%	50,00%	50,00%	0,00%
Permetrinas	33,33%	0,00%	100,00%	0,00%
Rodenticidas anticoagulantes	33,33%	100,00%	0,00%	0,00%

Os anticoagulantes rodenticidas produzem a sua ação através da inibição da enzima “vitamina K1 epóxi-redutase”, resultando na diminuição da reciclagem da vitamina K1 e subsequente diminuição da síntese dos fatores de coagulação II, VII, IX e X (Murphy, 2012). A coagulopatia segue-se à depleção de vitamina K no fígado mas, devido à semivida dos fatores de coagulação acima citados, um período assintomático de três a cinco dias é normalmente observado (Means, 2004; Murphy, 2012).

O diagnóstico deste tipo de intoxicação, na maioria dos casos baseia-se numa história recente de exposição, em sinais clínicos, evidência de coagulopatia e resposta à terapia com vitamina K1 (Murphy, 2012). Os sinais clínicos podem variar bastante, conforme o volume e o local da perda sanguínea (Górniak & Medeiros, 2008). Estes podem incluir letargia, intolerância ao exercício, anorexia, fraqueza, dispneia (devido a hemotórax), equimoses e petéquias, epistaxis, hemoptise e hematoquezia (Means, 2004; Górniak & Medeiros, 2008). Claudicações podem também surgir (consequência de hemorragia na articulação), bem como sinais neurológicos (caso haja hemorragia na medula espinal ou no espaço intracraniano) (Means, 2004).



Os tempos de coagulação são importantes tanto no diagnóstico, como na monitorização do tratamento. O tempo de protrombina (PT), o tempo de tromboplastina parcial ativado (aPTT) e o tempo de coagulação ativada encontram-se elevados (Means, 2004; Murphy, 2012). O teste das proteínas induzidas na ausência de vitamina K é um teste sensível e cujos resultados também se encontram elevados neste tipo de intoxicações (Means, 2004).

Uma vez que normalmente os sinais clínicos apenas aparecem dois a cinco dias após a ingestão do tóxico, agentes eméticos não costumam ser indicados. Contudo, nos casos em que a exposição ao agente rodenticida ocorreu há poucas horas, a administração de agentes eméticos, bem como a administração de carvão ativado podem ser úteis (Murphy, 2012). O tratamento específico baseia-se na administração de vitamina K1, em conjunto com terapia de suporte (Murphy, 2012).

### 2.2.2.15 - Urologia/ Nefrologia

A área clínica de Urologia/nefrologia representou uma frequência relativa de 5,9% de todas as consultas de patologia médica, sendo que os felídeos foram a espécie mais representada com uma percentagem de 66,67%, seguidos dos canídeos com 33,33% (tabela 3).

A afeção mais vezes representada foi a cistite idiopática felina (CIF), com uma frequência relativa de 29,63%, seguida da infeção do trato urinário inferior e da urolitíase/cristalúria, ambos com uma percentagem de 25,93% (tabela 18).

As designações de “doença do trato urinário inferior felina” (FLUTD) ou “síndrome urológico felino” (FUS), são pouco específicas e representam um conjunto de várias afeções que, independentemente da causa subjacente, apresentam sinais clínicos semelhantes (poliúria, estrangúria, periúria, disúria e hematória) (Sparkes, 2006; Buffington & Chew, 2007; Gerber, 2008; Chew et al., 2011; Westropp, 2011).

**Tabela 18** – Fr (%) das afeções observadas na área clínica de urologia/ nefrologia, e sua distribuição por espécie.

Urologia / Nefrologia	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Incontinência urinária	3,70%	100,00%	0,00%	0,00%
Infeção do trato urinário inferior	25,93%	71,43%	28,57%	0,00%
Insuficiência renal aguda	3,70%	0,00%	100,00%	0,00%
Insuficiência renal crónica	11,11%	0,00%	100,00%	0,00%
Cistite idiopática felina/doença do trato inferior felina idiopática	29,63%	0,00%	100,00%	0,00%
Urolitíase / Cristalúria	25,93%	42,86%	57,14%	0,00%

O termo cistite idiopática felina (CIF), por sua vez, foca-se no comportamento de micção anormal depois de excluídas todas as outras causas de FLUTD, representando uma afeção crónica por recorrência ou persistência dos sinais clínicos (Buffington & Chew, 2007; Chew et al., 2011).

Estima-se que a CIF seja responsável por 1,5 a 6,0% do total de consultas de felinos e normalmente ocorre em gatos com idades compreendidas entre os dois e os seis anos, sendo

rara acima dos dez anos (Buffington & Chew, 2007; Chew et al., 2011). Os fatores de risco para o desenvolvimento de cistite idiopática incluem gatos esterilizados e que vivem dentro de casa, o uso de caixa de areia para defecar e urinar, a alimentação principalmente seca, a baixa ingestão de água, a coabitação com mais gatos, a obesidade e sedentarismo, alterações de rotina e interações stressantes com o proprietário ou meio ambiente (Buffington & Chew, 2007; Chew et al., 2011):

A fisiopatogenia da CIF não está completamente esclarecida, mas acredita-se que a diminuição da excreção de glicosaminoglicanos, alterações na integridade do urotélio, na permeabilidade da parede da bexiga, na função adrenal durante o *stress*, na função do sistema nervoso (aumento da atividade simpática e da excitabilidade dos neurónios sensitivos) e inflamação neurogénica da parede da bexiga podem estar na base da doença (Gerber, 2008; Chew et al., 2011).

Os sinais clínicos normalmente desaparecem cinco a sete dias depois, mesmo sem tratamento, embora as taxas de recorrência sejam altas (Buffington & Chew, 2007; Gerber, 2008; Chew et al., 2011; Westropp, 2011). Uma descrição detalhada do meio ambiente em que o animal está inserido é necessária, para tentar perceber a origem e implementar a terapêutica mais adequada a cada caso de CIF (Chew et al., 2011).

Considerando o caráter de recorrência desta doença e o facto de não existir ainda uma cura, o objetivo do tratamento passa pela diminuição da duração e da severidade dos sinais clínicos durante os episódios de CIF, bem como pelo aumento do intervalo entre episódios nos casos de CIF recorrente (Gerber, 2008; Chew et al., 2011; Westropp, 2011). Os princípios do tratamento passam por diminuir a atividade simpática, modificar o ambiente e providenciar analgesia (Chew et al., 2011). Assim, o tratamento de CIF pode incluir um analgésico (buprenorfina) e tranquilização ligeira (acepromazina) durante os primeiros dias do episódio, aumento da ingestão de água (comida húmida, utilização de fontes de água corrente em vez das normais taças de água, por exemplo) e modificação do ambiente (Chew et al., 2011).

A modificação ambiental é o fator mais importante no tratamento de gatos com CIF, e tem como objetivo diminuir o stress a que o animal está sujeito (Chew et al., 2011). As medidas a tomar podem ser muito variadas e dependem muito do caso em questão. Aumentar o espaço disponível, permitir o acesso ao exterior, aumentar o número de caixas de areia e a frequência de limpeza destas, aumentar o exercício, e terapia com feromonas são exemplos de medidas que podem ser tomadas neste sentido (Chew et al., 2011).



## 2.2.3 - Patologia Cirúrgica

**Tabela 19** – Fr (%) cirurgias observadas na área de patologia cirúrgica, e sua distribuição por espécie.

Patologia cirúrgica	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Cirurgia odontológica	3,18%	80,00%	20,00%	0,00%
Cirurgia ortopédica	21,66%	79,41%	20,59%	0,00%
Cirurgia tecidos moles	64,33%	63,37%	35,64%	0,99%
Cirurgia oftalmológica	7,64%	91,67%	8,33%	0,00%
Outros procedimentos cirúrgicos	3,18%	40,00%	60,00%	0,00%

### 2.2.3.1 - Cirurgia odontológica

A área de cirurgia odontológica representou 3,18% de todos os procedimentos cirúrgicos na área de patologia cirúrgica (tabela 19).

Ao analisar a tabela 20, podemos constatar que a destartarização foi o procedimento cirúrgico que apresentou maior frequência relativa (60%), seguida da extração dentária (40%). De referir ainda que os canídeos foram a espécie com maior representatividade nos procedimentos de cirurgia odontológica (80%) (tabela 19).

**Tabela 20** – Fr (%) dos procedimentos cirúrgicos observados na área de cirurgia odontológica

Cirurgia odontológica	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Destartarização	60,00%	66,67%	33,33%	0,00%
Extração dentária	40,00%	100,00%	0,00%	0,00%

### 2.2.3.2 - Cirurgia oftalmológica

Os procedimentos realizados na área de cirurgia oftalmológica representaram uma frequência relativa de 7,64% dentro da área de patologia cirúrgica, sendo que os canídeos foram a espécie mais vezes representada, com uma percentagem de 91,67% (tabela 19).

Dentro da área de cirurgia oftalmológica, o procedimento mais vezes observado foi a correção de entrópion, com uma frequência relativa de 41,67%, seguido da enucleação com 33,33% (tabela 21).

**Tabela 21** – Fr (%) dos procedimentos cirúrgicos observados na área de cirurgia oftalmológica

Cirurgia oftalmológica	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Correção de entrópion (figura 8)	41,67%	100,00%	0,00%	0,00%
Correção de prolapso da glândula da 3ª pálpebra	8,33%	100,00%	0,00%	0,00%
Enucleação	33,33%	100,00%	0,00%	0,00%
Queratotomia lamelar superficial	8,33%	0,00%	100,00%	0,00%
Tarsorrafia temporária	8,33%	100,00%	0,00%	0,00%



**Figura 8** – Cirurgia para correção de entrópion em canídeo da raça Shar-pei. Propriedade intelectual do CVC.

### 2.2.3.3 - Cirurgia ortopédica

Os procedimentos de cirurgia ortopédica representaram 21,66% do total de procedimentos da área de patologia cirúrgica, e os canídeos foram a espécie com maior representatividade, com uma Fr (%) de 79,41% (tabela 19).

Dentro dos procedimentos desta área, a osteossíntese de fraturas femorais foi o procedimento mais vezes observado (18,92%), seguido pela osteossíntese de rádio e pela osteotomia e excisão da cabeça e colo femoral, ambas com uma Fr (%) de 13,51% (tabela 22).

**Tabela 22** – Fr (%) dos procedimentos cirúrgicos observados na área de cirurgia ortopédica.

<sup>1</sup> Ruptura de ligamento cruzado cranial; <sup>2</sup> Osteotomia para nivelamento da mesa/plateau tibial.

Cirurgia ortopédica		Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Amputação de cauda		5,41%	0,00%	100,00%	0,00%
Biópsia de osso		5,41%	100,00%	0,00%	0,00%
Fixador externo transarticular (tratamento de instabilidade tarso-crural) (figura 9,C)		2,70%	100,00%	0,00%	0,00%
Luxação de patela	Transposição da tuberosidade tibial	5,41%	100,00%	0,00%	0,00%
	Sutura de imbricação	8,11%	100,00%	0,00%	0,00%
Osteossíntese de fêmur		18,92%	42,86%	57,14%	0,00%
Osteossíntese de mandíbula		5,41%	50,00%	50,00%	0,00%
Osteossíntese de metacarpo/metatarso		5,41%	100,00%	0,00%	0,00%
Osteossíntese de rádio		13,51%	100,00%	0,00%	0,00%
Osteotomia e excisão da cabeça e colo femoral		13,51%	100,00%	0,00%	0,00%
Osteotomia corretiva de deformidade angular (figura 9,B)		2,70%	100,00%	0,00%	0,00%
RLCCr <sup>1</sup>	Técnica extracapsular	5,41%	100,00%	0,00%	0,00%
	TPLO <sup>2</sup> (figura 9,A)	8,11%	100,00%	0,00%	0,00%

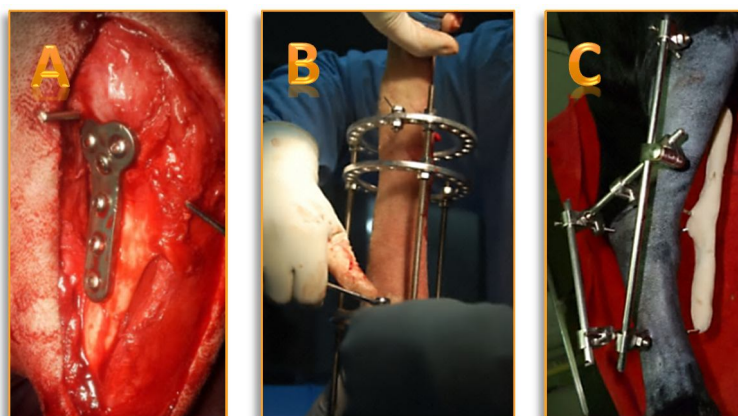
Tendo em conta o tema da monografia apresentada mais à frente neste relatório, torna-se pertinente referir ainda que todos os procedimentos de osteossíntese observados, excetuando os de metacarpo e metatarso, foram realizados com recurso à fixação externa.

A osteotomia para nivelamento da mesa/plateau tibial (TPLO) (Figura 10,A) foi descrita inicialmente por Slocum e é uma das técnicas cirúrgicas utilizadas em canídeos para o tratamento da instabilidade criada pela rutura do ligamento cruzado cranial (RLCCr) (Milovancev & Schaefer, 2010). A TPLO limita o deslocamento cranial da tíbia, que ocorre

durante o suporte do peso corporal, através da redução da orientação caudo-distal da mesa tibial (Milovancev & Schaefer, 2010). Para tal, é realizada uma osteotomia radial da tibia proximal, fazendo depois a rotação do segmento proximal de forma a diminuir o ângulo da mesa tibial (TPA) (Piermattei et al., 2006; Milovancev & Schaefer, 2010).

A quantidade de rotação necessária é determinada pelo TPA pré-operatório (Piermattei et al., 2006; Milovancev & Schaefer, 2010). A osteotomia é depois estabilizada através da colocação de uma placa e parafusos apropriados (Piermattei et al., 2006; Milovancev & Schaefer, 2010). O TPA pós-operatório desejado encontra-se dentro de valores de  $6,5^{\circ} \pm 0,9^{\circ}$ , sendo que a rotação além deste valor aumenta a tensão aplicada no ligamento cruzado caudal (Milovancev & Schaefer, 2010).

É importante ter em conta que a TPLO apenas resolve a instabilidade da articulação femuro-tibio-rotuliana, e a inspeção das estruturas intra-articulares com o tratamento apropriado de lesões do menisco, ou de outras anomalias, deve acompanhar este procedimento (Milovancev & Schaefer, 2010).



**Figura 9** – Exemplos de cirurgias ortopédicas observadas durante o período de estágio. **A:** Osteotomia para nivelamento do *plateau* tibial (TPLO); **B:** Aplicação de um fixador circular externo para fixação de osteotomia corretiva de deformidade angular no membro anterior de canídeo; **C:** Fixador externo transarticular para tratamento de instabilidade tarso-crural em canídeo. Propriedade intelectual do CVC.

### 2.2.3.4 - Cirurgia de tecidos moles

A cirurgia de tecidos moles representou 66,01% do total de cirurgias observadas no Centro Veterinário Conimbricense, durante o período de estágio (tabela 19).

Dentro desta área, a ovário-histerectomia foi a cirurgia mais vezes observada, com uma frequência relativa de 49,50%, seguida da orquiectomia (11,88%) e nodulectomia (8,91%) (tabela 23).

**Tabela 23** – Fr (%) dos procedimentos cirúrgicos observadas na área da cirurgia de tecidos moles.

Cirurgia de tecidos moles		Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Biópsia	Órgãos abdominais	0,99%	100,00%	0,00%	0,00%
	Pele	1,98%	100,00%	0,00%	0,00%
Cesariana		0,99%	100,00%	0,00%	0,00%
Cistotomia		0,99%	0,00%	100,00%	0,00%
Enterotomia		1,98%	100,00%	0,00%	0,00%
Esplenectomia		0,99%	100,00%	0,00%	0,00%
Gastropexia		0,99%	100,00%	0,00%	0,00%
Herniorrafia	Inguinal	1,48%	66,67%	33,33%	0,00%
	Umbilical	1,48%	66,67%	33,33%	0,00%
	Diafragma	2,97%	100,00%	0,00%	0,00%
Laparotomia Exploratória		4,95%	40,00%	60,00%	0,00%
Mastectomia		3,96%	100,00%	0,00%	0,00%
Nefrectomia		0,99%	100,00%	0,00%	0,00%
Nodulectomia (figura 10, B)		8,91%	88,89%	0,00%	11,11%
Orquiectomia		11,88%	50,00%	50,00%	0,00%
Ovário-histerectomia (figura 10,A)		49,50%	56,00%	44,00%	0,00%
Remoção de adesões pleurais		0,99%	0,00%	100,00%	0,00%
Sutura de laceração cutânea		2,97%	66,67%	33,33%	0,00%
Ureterostomia perineal (figura 10,C)		0,99%	0,00%	100,00%	0,00%



**Figura 10** – Exemplos de cirurgias de tecidos moles observadas. **A:** Ovário-histerectomia para tratamento de piometra em gata; **B:** Nodulectomia de nódulo na região periorbital, e realização de *flap* a partir da comissura labial para cobrir o defeito. **C:** Ureterostomia perineal realizada em gato, devido a obstruções uretrais recorrentes. Propriedade intelectual do CVC.

### 2.2.3.5 - Outros procedimentos cirúrgicos

Como “outros procedimentos cirúrgicos” foram considerados os procedimentos que não podem ser incluídos nas outras áreas da patologia cirúrgica, sendo na maioria procedimentos com interesse de suporte terapêutico nas várias áreas clínicas.

A colocação de tubo de esofagostomia foi o procedimento com maior prevalência nesta área, com uma representatividade de 40% (tabela 24).

**Tabela 24** – Fr (%) de outros procedimentos cirúrgicos observados durante o período de estágio

Outros procedimentos cirúrgicos	Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Colocação de dreno subcutâneo	20,00%	0,00%	100,00%	0,00%
Colocação de dreno torácico	20,00%	0,00%	100,00%	0,00%
Colocação de tubo de esofagostomia	40,00%	50,00%	50,00%	0,00%
Traqueostomia	20,00%	100,00%	0,00%	0,00%

## 2.3 - Exames complementares de diagnóstico

Os exames complementares de diagnóstico (ECD) são de extrema importância na prática clínica diária, uma vez que permitem a orientação do processo de diagnóstico pela exclusão ou confirmação de diagnósticos diferenciais, bem como a monitorização do tratamento implementado.

A tabela 25 apresenta as frequências relativas dos ECD realizados ou requisitados pelo CVC, durante o período de estágio, bem como a sua distribuição por espécie animal. Através da análise desta tabela, pode-se concluir que a analítica sanguínea foi o meio de diagnóstico mais utilizado (42,54%), sendo que este engloba as bioquímicas sanguíneas, ionograma, hemograma e provas de coagulação. O raio-x simples foi o segundo exame mais utilizado, com uma frequência relativa de 29,48%, seguido da ecografia abdominal com 5,56%.

Tabela 25 – Fr (%) dos ECD realizados no CVC e sua distribuição por espécie animal.

Exames complementares		Fr (%)	Canídeos (%)	Felídeos (%)	Exóticos (%)
Analítica sanguínea		42,54%	64,32%	35,68%	0,00%
Anatomohistopatologia	Citologia	1,24%	92,86%	7,14%	0,00%
	Histopatologia	1,06%	91,67%	0,00%	8,33%
Eletrocardiograma		1,24%	100,00%	0,00%	0,00%
Imagiologia	Colonoscopia	0,09%	100,00%	0,00%	0,00%
	Ecografia	Abdominal	5,56%	69,84%	30,16%
		Ecocardiografia	0,88%	90,00%	10,00%
		Ocular	0,26%	100,00%	0,00%
	Raio-x	Gastrointestinal baritado	0,88%	90,00%	10,00%
		Mielografia	0,18%	100,00%	0,00%
		Simples	29,48%	74,25%	24,85%
	Ressonância magnética	0,09%	100,00%	0,00%	0,00%
	Tomografia axial computadorizada	0,18%	100,00%	0,00%	0,00%
Microbiologia	Cultura e teste de sensibilidade a antibióticos		0,62%	71,43%	28,57%
	DTM (meio de cultura para dermatófitos)		0,53%	66,67%	0,00%
Testes dermatológicos	Fita cola		2,12%	100,00%	0,00%
	Raspagem		1,41%	100,00%	0,00%
	Tricograma		0,18%	100,00%	0,00%
Testes oftalmológicos	Eletrorretinografia		0,09%	100,00%	0,00%
	Fluoresceína		1,85%	76,19%	23,81%
	Medição da pressão intra-ocular		0,35%	100,00%	0,00%
	Teste de Schirmer		0,88%	100,00%	0,00%
Testes rápidos ELISA	Dirofilariose		1,77%	100,00%	0,00%
	FIV + FELV		1,41%	0,00%	100,00%
	Leishmaniose		1,50%	100,00%	0,00%
	lipase pancreatica canina		0,18%	100,00%	0,00%
Urianálise	Tipo I		0,71%	50,00%	50,00%
	Tipo II		2,38%	40,74%	59,26%
	Tipo III		0,35%	100,00%	0,00%

## 3 – Utilização de fixação externa no tratamento de fraturas do aparelho apendicular em pequenos animais

### 3.1 - Introdução

As características de uma fratura específica por vezes ditam um único método de reparação, considerado como ótimo. No entanto, o mais frequente será que para uma determinada fratura, existam vários tipos de resoluções possíveis e, dentro destas, a fixação externa apresenta-se como uma das opções de tratamento mais versáteis.

Nesta monografia serão abordadas as aplicações, vantagens e desvantagens da fixação externa como método de resolução de fraturas no sistema apendicular de cães e gatos.

### 3.2 - Anatomia do esqueleto apendicular

O esqueleto apendicular é constituído pelos ossos dos membros torácicos e membros pélvicos.

O esqueleto do membro torácico do cão e gato é constituído por quatro elementos principais: cintura torácica (clavícula e escápula), braço (úmero), antebraço (rádio e ulna) e mão (carpo, metacarpo, falanges e ossos sesamoides) (figura 11) (Sisson, 1986; Aspinall & O'Reilly, 2004; Evans & Lahunta, 2013). A clavícula nos carnívoros domésticos resume-se a uma placa óssea pequena, fina e irregularmente triangular, que se encontra encaixada no músculo braquiocefálico, não articulando com nenhum osso do restante esqueleto (Sisson, 1986).

O esqueleto do membro pélvico, tal como o membro torácico, consiste em quatro segmentos: a cintura pélvica, a coxa (fémur e patela), a perna (tíbia e fíbula) e pés (tarso, metatarso, falanges e sesamoides) (figura 11) (Sisson, 1986; Aspinall & O'Reilly, 2004; Evans & Lahunta, 2013).

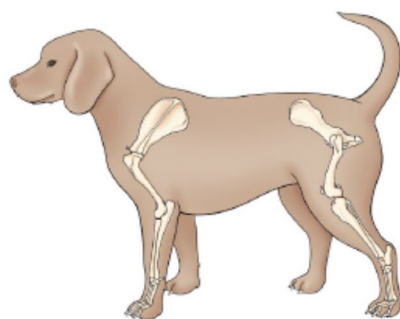


Figura 11 – Esqueleto apendicular. Adaptado de Evans & Lahunta (2010)



### 3.3 - Tecido ósseo

O tecido ósseo é um tipo especializado de tecido conjuntivo, constituído por células e material extracelular calcificado (matriz óssea) (Junqueira & Carneiro, 2004; Eurell & Sickle, 2006). Além de proteger órgãos vitais, aloja e protege a medula óssea, proporciona apoio aos músculos esqueléticos, e funciona ainda como depósito de cálcio, fósforo e outros iões, libertando ou armazenando-os, consoante a necessidade, para que se mantenham concentrações constantes destes iões nos líquidos corporais (Denny & Butterworth, 2000; Aspinnall & O'Reilly, 2004; Junqueira & Carneiro, 2004).

As células que o constituem são: os osteócitos, que se situam em cavidades ou lacunas no interior da matriz; os osteoblastos, que são os produtores da parte orgânica da matriz; e osteoclastos, que reabsorvem o tecido ósseo, participando nos processos de remodelação dos ossos (Denny & Butterworth, 2000; Junqueira & Carneiro, 2004; Eurell & Sickle, 2006).

Os osteoblastos originam-se a partir de células estaminais mesenquimatosas, que também dão origem a outros tipos de células (fibroblastos e condroblastos, por exemplo), e são a célula responsável pela formação da parte orgânica (colagénio tipo I, proteoglicanos e glicoproteínas) e mineralização da matriz (Denny & Butterworth, 2000; Junqueira & Carneiro, 2004; Eurell & Sickle, 2006). A matriz deposita-se ao redor da célula e dos seus prolongamentos, formando assim as lamelas e os canalículos (Junqueira & Carneiro, 2004). Os osteoblastos, depois de aprisionados pela matriz recém-formada, passam a denominar-se osteócitos (Denny & Butterworth, 2000; Junqueira & Carneiro, 2004).

Os osteócitos são a principal célula no osso maduro e podem desempenhar algum papel na homeostasia do cálcio, no entanto, a sua principal função é a manutenção da estrutura do osso, uma vez que após a sua destruição os osteoclastos ocupam o seu lugar e iniciam a reabsorção óssea (Eurell & Sickle, 2006).

Osteoclastos são células móveis, gigantes e multinucleadas, responsáveis pela reabsorção óssea, através da secreção de ácido e enzimas lisossómicas para a área de reabsorção óssea (Junqueira & Carneiro, 2004; Eurell & Sickle, 2006). A sua atividade é coordenada por citocinas e hormonas como a calcitonina e paratormona (Junqueira & Carneiro, 2004). Os osteoclastos são formados através de células estaminais da medula óssea, que também dão origem a monócitos e macrófagos, e a diferenciação final de monócito para osteoclasto dá-se quando as células são recrutadas para os locais de reabsorção óssea (Eurell & Sickle, 2006).

A superfície interna e externa dos ossos são recobertas por células osteogénicas e tecido conjuntivo, que constituem o endóstio e o perióstio, respetivamente (Junqueira & Carneiro, 2004; Eurell & Sickle, 2006).

A camada mais superficial do perióstio contém principalmente fibras de colagénio e fibroblastos, enquanto na sua porção mais profunda, o perióstio é mais celular e apresenta



células osteoprogenitoras, morfológicamente parecidas com fibroblastos (Junqueira & Carneiro, 2004). Estas multiplicam-se por mitose e diferenciam-se em osteoblastos, desempenhando um papel importante no crescimento e reparação do osso (Junqueira & Carneiro, 2004).

O endóstio é geralmente constituído por uma camada de células osteogénicas achatadas, e reveste as cavidades do osso esponjoso, o canal medular, os canais de *Havers* e de *Volkman* (Junqueira & Carneiro, 2004).

### 3.3.1 - Matriz óssea

No osso compacto maduro, setenta por cento da sua composição corresponde aos sais inorgânicos, correspondendo os restantes trinta por cento à componente orgânica da matriz (Young & Heath, 2000).

A componente orgânica é produzida pelos osteoblastos e a sua mineralização ocorre à medida que cristais de hidroxiapatite são depositados (Eurell & Sickle, 2006). É constituída, principalmente, por colagénio, que corresponde a cerca de 90% da sua composição, sendo o restante constituído por proteoglicanos, glicosaminoglicanos, glicoproteínas, sialoproteínas, osteocalcina e osteonectina, entre outros (Young & Heath, 2000; Eurell & Sickle, 2006).

A componente inorgânica é constituída por cálcio e fósforo, sob a forma de cristais submicroscópicos de hidroxiapatite, depositados como agulhas finas no meio da malha de colagénio (Eurell & Sickle, 2006). Este tipo de organização é responsável pela dureza e resistência, características do tecido ósseo (Junqueira & Carneiro, 2004; Eurell & Sickle, 2006).

### 3.3.2 - Características estruturais e funcionais

O osso adulto é distinguível da cartilagem pela presença, tanto de um sistema canalicular, como de um aporte vascular direto (Eurell & Sickle, 2006). O tecido cartilágneo depende totalmente da difusão para a sua nutrição, enquanto o tecido ósseo, pelo contrário, tem um sistema lamelar e canalicular para o suprimento das células ósseas, uma vez que numa matriz mineralizada a difusão não pode ser opção (Eurell & Sickle, 2006).

Os canaliculos estendem-se e fazem a comunicação entre lacunas e com a superfície óssea, onde comunicam com o tecido conjuntivo que rodeia os capilares sanguíneos (Junqueira & Carneiro, 2004; Eurell & Sickle, 2006).

Contrariamente à cartilagem, o osso apenas cresce por aposição, uma vez que devido à velocidade alta a que o material intercelular mineraliza, é impossível o crescimento intersticial (Eurell & Sickle, 2006). Logo, alterações no tamanho ou forma do osso só são conseguidas adicionando ou removendo camadas de uma ou mais das suas superfícies (Eurell & Sickle, 2006).

Em qualquer osso, o primeiro tecido ósseo a aparecer é do tipo primário (não lamelar), sendo gradualmente substituído pelo secundário (lamelar). O tecido ósseo primário apresenta fibras de colagénio dispostas em várias direções e sem organização definida, tem menor

concentração de minerais (menos radiopaco) e maior proporção de osteócitos que o secundário (Junqueira & Carneiro, 2004).

O tecido ósseo secundário é o que geralmente é encontrado no adulto (Junqueira & Carneiro, 2004). A sua principal característica são as fibras de colagénio organizadas em lamelas paralelas umas às outras, ou dispostas em camadas concêntricas em torno dos canais de *Havers*. Na diáfise de ossos longos, as lamelas formam os sistemas de *Havers*, os circunferenciais externos, internos e intermédios (Junqueira & Carneiro, 2004).

Cada sistema de *Havers* é um cilindro longo, paralelo à diáfise e formado por quatro a vinte lamelas ósseas concêntricas, em redor de um canal revestido por endóstio (o canal de *Havers*), que contém vasos e nervos (figura 12) (Junqueira & Carneiro, 2004). Os canais de *Havers* comunicam entre si, com a cavidade medular e com a superfície externa de osso, através dos canais de *Volkman*, que são transversais ou oblíquos (figura 12) (Junqueira & Carneiro, 2004).

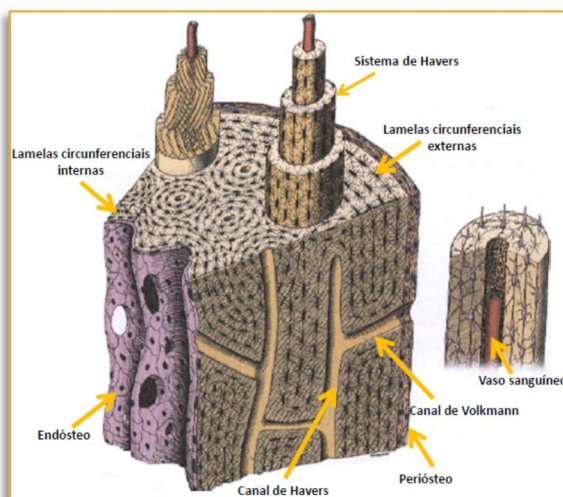


Figura 12 – Esquema da parede da diáfise dos ossos longos. Adaptado de Junqueira & Carneiro (2004)

### 3.3.3 - Osteogénese

O processo de formação do osso pode ser dividido em dois passos. O primeiro consiste na deposição da substância osteoide (matriz não mineralizada) pelos osteoblastos, e o segundo consiste na mineralização da mesma, alguns dias depois (Eurell & Sickle, 2006).

Independentemente do local, o osso desenvolve-se sempre por um processo de transformação de um tecido já existente (Eurell & Sickle, 2006). Pode ser formado por ossificação intramembranosa, que ocorre no interior de membranas conjuntivas, ou pelo processo de ossificação endocondral (Aspinall & O'Reilly, 2004; Junqueira & Carneiro, 2004).

A ossificação intramembranosa é o processo formador dos ossos frontal, parietal e partes do occipital, temporal, maxilar e mandíbula, e contribui ainda para o crescimento dos ossos curtos e crescimento, em espessura, dos ossos longos (Aspinall & O'Reilly, 2004; Junqueira & Carneiro, 2004; Eurell & Sickle, 2006).

A ossificação endocondral é o processo formador dos ossos longos das extremidades, da coluna vertebral, pélvis e base do crânio, e tem início sobre uma peça de cartilagem hialina com formato semelhante, embora menor, ao do osso que se vai formar (Junqueira & Carneiro, 2004; Eurell & Sickle, 2006). Consiste essencialmente em dois processos: no primeiro, a cartilagem hialina sofre alterações, havendo hipertrofia dos condrócitos e consequente redução da matriz cartilaginosa a finos tabiques, sua mineralização e morte dos condrócitos por apoptose. No segundo, as cavidades previamente ocupadas pelos condrócitos são invadidas por capilares sanguíneos e células osteogénicas vindas do tecido conjuntivo adjacente (Junqueira & Carneiro, 2004). Estas células diferenciam-se em osteoblastos, que depositarão matriz óssea sobre os tabiques de cartilagem calcificada e, deste modo, origina-se tecido ósseo onde antes existia tecido cartilaginoso sem que ocorra a transformação deste tecido naquele (Junqueira & Carneiro, 2004; Eurell & Sickle, 2006). Isto é, os tabiques de matriz calcificada da cartilagem servem apenas de apoio à ossificação (Junqueira & Carneiro, 2004).

### **3.4 -Trauma ortopédico do aparelho apendicular**

#### **3.4.1 -Biomecânica do osso**

Uma fratura pode ser definida como uma quebra na continuidade estrutural do osso (Nayagam, 2010). Pode ser apenas uma pequena fissura ou fragmentação do córtex, embora o mais frequente seja a fratura completa e que os fragmentos se encontrem deslocados (Nayagam, 2010).

O osso é um material viscoelástico que, tal como já foi referido anteriormente, é composto por componentes inorgânicos (cristais de hidroxiapatite) e orgânicos (colagénio e células) (Roush, 2005). Como tal, o osso é um material composto que consegue ter uma resistência maior que qualquer um dos seus componentes isoladamente (Smith, 1985). O colagénio, sendo o composto menos rígido, previne que o componente mais rígido (hidroxiapatite) sofra fraturas de uma forma fácil, enquanto a hidroxiapatite fornece a rigidez que evita a flexão do componente menos rígido (colagénio), e permite o suporte do peso corporal (Smith, 1985).

A compreensão da biomecânica do osso, no seu estado normal e saudável, é importante para a interpretação da etiologia de fraturas, bem como para o planeamento do melhor método para reparação destas (Smith, 1985).

Qualquer estrutura à qual seja aplicada uma força externa sofre algum grau de deformação) e a relação entre estes dois eventos pode ser medida e registada numa curva de força-deformação (gráfico 2) (Denny & Butterworth, 2000; Voss & Montavon, 2009). As características desta curva estão diretamente relacionadas com as propriedades estruturais do objeto, e a área do gráfico, abaixo da curva, é uma medida da energia absorvida pela estrutura quando a força é aplicada (Denny & Butterworth, 2000).

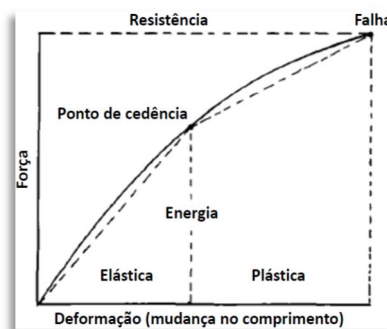
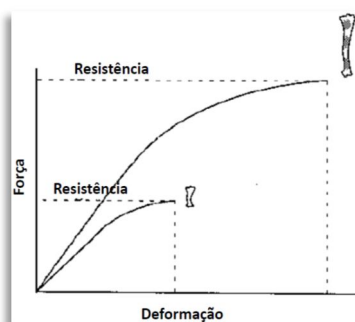


Gráfico 2 – Curva força-deformação. Adaptado de Denny & Butterworth (2000)

As propriedades estruturais dependem, não só da composição material do objeto, mas também das dimensões e geometria do objeto (Hulse & Hyman, 2003). No caso do osso, as medidas geométricas importantes são a área da secção perpendicular ao eixo longitudinal, a forma e o comprimento. Por exemplo, um osso de um *Grand Danois*, sob o efeito de uma determinada força, sofre menos deformação e quebra a uma magnitude de força muito maior que um osso mais pequeno de um *Yorkshire Terrier*, embora a sua composição material seja a mesma (Hulse & Hyman, 2003).

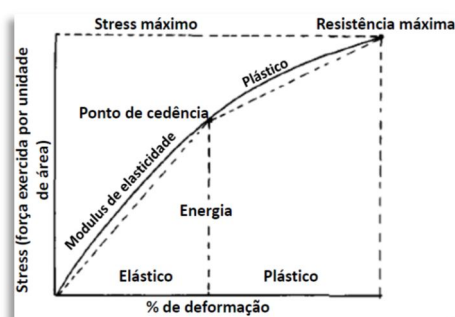
Ao analisar o gráfico 2, podemos constatar que existem dois tipos de deformação: elástica e plástica. Quando forças de intensidade mais baixa são removidas, a estrutura retoma o seu formato original, sendo este tipo de deformação denominada de deformação elástica (Denny & Butterworth, 2000; Voss & Montavon, 2009). Ainda neste segmento de deformação elástica, a inclinação da curva representa uma medida da rigidez da estrutura (Hulse & Hyman, 2003). Com o aumento da força aplicada, vai haver um ponto de cedência, a partir do qual a estrutura começa a ser danificada, perdendo capacidade para retornar à sua forma original, mesmo que seja retirada a ação da força, sendo este tipo de deformação denominada deformação plástica (Denny & Butterworth, 2000; Voss & Montavon, 2009). Eventualmente será atingida uma força em que a energia aplicada à estrutura não pode ser absorvida pela deformação, resultando na quebra da mesma, sendo este ponto denominado ponto de falha (Denny & Butterworth, 2000; Voss & Montavon, 2009). Pegando no exemplo anterior do osso de *Grand Danois* e *Yorkshire Terrier*, se fossem traçadas curvas de força/deformação para os dois, a comparação das duas daria algo semelhante ao gráfico 3 (Hulse & Hyman, 2003).

Através da análise deste, podemos constatar que, devido ao facto de serem materiais semelhantes, o formato da curva é semelhante, mas ao terem propriedades estruturais diferentes, a resistência do osso do *Grand Danois* é muito maior que a do *Yorkshire Terrier*.



**Gráfico 3** - Curva força-deformação, representando as propriedades estruturais. Adaptado de Hulse & Hyman (2003)

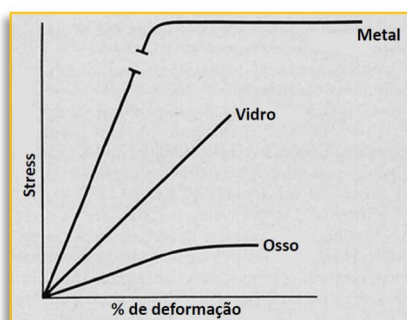
A medida da deformação de um determinado objeto sujeito a uma força pode ser expressa pela mudança absoluta do comprimento deste, ou sob a forma de percentagem de deformação (*strain*), sendo que esta percentagem de deformação reflete a deformação que está a ocorrer dentro do próprio objeto (Smith, 1985; Denny & Butterworth, 2000). A deformação gera forças internas que podem ser referidas como *stress*, que é a distribuição da força aplicada por unidade de área, e a relação entre estes dois fenómenos (percentagem de deformação e *stress*) também pode ser representada sob a forma de curva, estando o formato desta relacionado com as propriedades materiais do objeto (Smith, 1985; Denny & Butterworth, 2000). Como tal, e pegando mais uma vez no exemplo do osso de *Grand Danois* e *Yorkshire Terrier*, quando são tomadas em conta as diferenças de dimensões e são aplicadas forças proporcionais, será de esperar que este tipo de curva seja igual nos dois casos, uma vez que o material é o mesmo e a força aplicada por área seccional (*stress*) será a mesma, logo, a percentagem de deformação também será igual (Hulse & Hyman, 2003).



**Gráfico 4** – Curva de Stress - % de deformação. Adaptado de Denny & Butterworth (2000)

Ao analisar o gráfico 4, podemos constatar que a curva é semelhante à encontrada no gráfico 2, uma vez que também apresenta uma região de deformação elástica e plástica, separadas por um ponto de cedência, bem como um ponto de falha, neste caso denominado ponto de resistência máxima. Mais uma vez, a área abaixo da curva representa a energia absorvida pela estrutura sob estas condições de *stress* e percentagem de deformação (Denny & Butterworth, 2000). A inclinação da curva na região elástica, denominada *modulus de elasticidade*, representa uma medida da rigidez material, ou seja, quanto maior a inclinação

deste segmento, maior a rigidez e, conseqüentemente, menor a deformação sofrida para uma determinada força (Denny & Butterworth, 2000; Hulse & Hyman, 2003).



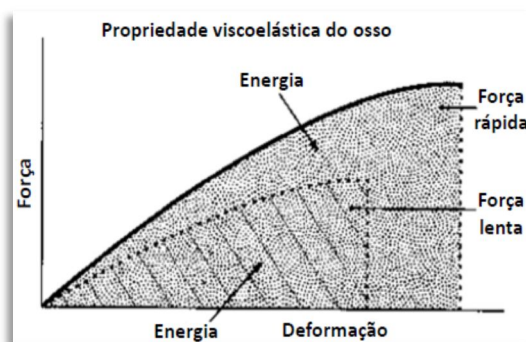
**Gráfico 5** – Curvas Stress/% de deformação, idealizadas para três diferentes materiais: metal, vidro e osso. Adaptado de Smith (1985)

O gráfico 5 ilustra a representação das curvas *stress*/% de deformação de três diferentes materiais (Smith, 1985). Ao analisar este gráfico, podemos constatar que o metal apresenta uma maior rigidez (*modulus de elasticidade*) e, após o ponto de cedência, apresenta uma longa zona de deformação plástica antes de fraturar (Smith, 1985). O vidro, por sua vez, apresenta uma rigidez menor que o metal, mas maior que o osso, e não apresenta uma zona de deformação plástica discernível, ou seja, sofre fratura com alguma facilidade (Smith, 1985). O osso apresenta uma menor rigidez que o vidro e o metal mas, em termos de mecânica de falha, comporta-se muito mais como o vidro que como o metal, fraturando sem sofrer grande deformação plástica (Smith, 1985).

No entanto, no caso concreto do osso, nem as suas características estruturais nem materiais são uniformes ou estáticas (Denny & Butterworth, 2000). No osso esponjoso, por exemplo, quando sujeito a forças de compressão, a sua curva *stress*/porcentagem de deformação apresenta inicialmente propriedades elásticas, mas depois passa a uma longa região de deformação plástica, criada pelo colapso progressivo das trabéculas ósseas, antes de fraturar (Denny & Butterworth, 2000; Voss & Montavon, 2009). Pelo contrário, quando sujeito a forças de tensão, o osso esponjoso fratura com pequenas cargas (Denny & Butterworth, 2000). Como tal, podemos concluir que o osso esponjoso está adaptado a acomodar forças de compressão, característica que é desejável no material presente nas metáfises e epífises, onde as forças compressivas predominam (Denny & Butterworth, 2000).

O osso cortical, por sua vez, é muito mais denso e tem propriedades mecânicas que variam com a velocidade, magnitude e direção das forças aplicadas (Denny & Butterworth, 2000). Por exemplo, o osso cortical é capaz de suportar forças maiores, quando estas são aplicadas no sentido do seu eixo longitudinal que quando estas são aplicadas em sentido perpendicular a este (Denny & Butterworth, 2000; Hulse & Hyman, 2003). Qualquer material, tal como o osso, cujas propriedades dependam da direção da força aplicada, é considerado anisotrópico (Roe, 1998; Denny & Butterworth, 2000).





**Gráfico 6** – Propriedade viscoelástica do osso. Adaptado de Hulse & Hyman (2003)

Se a força for aplicada a alta velocidade, como no impacto com um automóvel ou um projétil de arma de fogo, a resistência e rigidez do osso aumenta, e a energia absorvida antes da fratura ocorrer aumenta significativamente (gráfico 6) (Hulse & Hyman, 2003; Voss & Montavon, 2009). Quando esta energia é libertada, na altura da fratura, ocorre uma maior fragmentação do osso e trauma dos tecidos circundantes (Hulse & Hyman, 2003; Voss & Montavon, 2009). Materiais como o osso, cuja energia absorvida depende da velocidade a que a força é aplicada, são denominados viscoelásticos (Hulse & Hyman, 2003). A relevância clínica da viscoelasticidade do osso é que podemos esperar uma grande libertação de energia e trauma tecidual quando são aplicadas forças a grande velocidade (Hulse & Hyman, 2003).

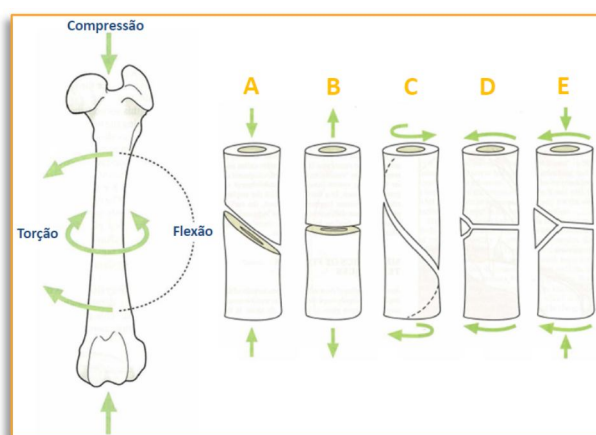
### 3.4.2 - Etiologia de fraturas

Os ossos longos estão sujeitos a forças fisiológicas e não fisiológicas, sendo que estas últimas ocorrem em situações não usuais, como acidentes com automóveis, projéteis de armas de fogo e quedas, por exemplo (Hulse & Hyman, 2003). Estas forças podem ser transmitidas ao osso diretamente, e podem facilmente exceder a capacidade de resistência do osso, provocando uma fratura (Hulse & Hyman, 2003).

As forças fisiológicas são transmitidas ao osso através das superfícies articulares e das contrações musculares, sendo geradas pelo suporte do próprio peso corporal e atividade física (Hulse & Hyman, 2003). Normalmente estas forças são consideradas uniaxiais (tensão ou compressão), embora possam também originar momentos de torção e flexão (Hulse & Hyman, 2003). Embora seja relativamente raro, as forças fisiológicas podem exceder a capacidade elástica do osso e provocar fraturas, estando normalmente relacionadas com contrações musculares violentas (fraturas por avulsão) ou alterações patológicas no próprio osso (Hulse & Hyman, 2003; Roush, 2005).

A configuração de qualquer fratura depende de variáveis presentes no momento em que ocorre a mesma, incluindo a natureza, a magnitude, a velocidade e a direção da(s) força(s) aplicada(s), da condição e resistência do próprio osso (osteoporose diminuirá esta resistência, por exemplo), e das cargas existentes relacionadas com o posicionamento do corpo ou contração muscular (Roush, 2005).

As cinco principais forças que atuam no osso são: compressão, flexão, tensão, torção (Figura 14) e forças tangenciais à superfície do osso (Smith, 1985; Roush, 2005).



**Figura 13** – Forças que atuam no osso e configurações de fraturas decorrentes da sua aplicação. **A:** compressão; **B:** tensão; **C:** torção; **D:** flexão; **E:** flexão e compressão. Adaptado de Roe (1998)

As forças de tensão, quando aplicadas a uma estrutura, provocam o alongamento e estreitamento da mesma (Smith, 1985). O plano de tensão máxima gerado por este tipo de força ocorre num plano perpendicular à direção desta e, normalmente, a falha na resistência do osso ocorre nesse mesmo plano, provocando uma fratura considerada transversa (figura 13,B) (Smith, 1985; Roe, 1998; Voss & Montavon, 2009). Existem relativamente poucos ossos no corpo que experimentam forças de tensão de forma natural, sendo que a maioria são as apófises utilizadas como inserção de músculos que fazem a tração, incluindo o olecrânio, tuberosidade tibial e locais de inserção de ligamentos (Smith, 1985).

As forças de compressão tendem a encurtar e alargar uma estrutura e, tal como acontece com as forças de tensão, o *stress* máximo ocorre num plano perpendicular à direção da força aplicada (Smith, 1985). Contudo, neste caso, a falha não costuma ocorrer ao longo desse mesmo plano, sendo mais comum que uma pequena falha inicial seja propagada obliquamente (figura 13,A) (Smith, 1985; Voss & Montavon, 2009). Ocasionalmente, a compressão axial de ossos longos pode produzir fraturas por esmagamento, principalmente nas placas de crescimento de animais imaturos (Smith, 1985).

Existem forças tangenciais que são transmitidas em sentido paralelo ao do eixo longitudinal do osso, mas não ao longo deste. Estas atuam paralelamente à superfície do osso e resultam em fraturas das proeminências ósseas que se situam ao longo da linha da força, ou em fraturas oblíquas (Roush, 2005). Fraturas provocadas por este tipo de força são bastante comuns em ortopedia veterinária, e a mais comum é a fratura do côndilo lateral do úmero (Smith, 1985).

Quando uma porção significativa de uma força compressiva é transmitida excentricamente, em relação à coluna óssea, ocorre flexão do próprio osso (Hulse & Hyman, 2003). Pode ocorrer devido ao facto de a própria superfície articular se encontrar numa posição



excêntrica (fémur proximal, por exemplo) ou pela própria curvatura natural do osso (rádio, por exemplo) (Hulse & Hyman, 2003). Quando este tipo de momentos de flexão ocorre no osso, *stress* interno devido a tensão é produzido na superfície convexa, e *stress* interno devido a compressão é produzido na superfície côncava, existindo ainda uma linha entre estas duas superfícies onde o *stress* teoricamente é igual a zero (eixo neutro) (Roe, 1998; Hulse & Hyman, 2003). Como tal, a fratura resultante deste tipo de forças apresenta uma porção transversa, correspondente ao lado onde é exercida a tensão, e um fragmento em cunha, correspondente ao lado em que é exercida a compressão (figura 13,D,E) (Roe, 1998; Voss & Montavon, 2009). É importante, no tratamento destas fraturas, perceber qual a superfície dos ossos longos que experimenta tensão ou compressão (Hulse & Hyman, 2003).

A torção é uma força que provoca a rotação ao longo do eixo longitudinal do osso, provocando fraturas espiraladas da diáfise (figura 13,C) (Roe, 1998; Roush, 2005). Os movimentos de torção originam forças tangenciais perpendiculares ao eixo longo do osso e o resultado é a deformação rotacional e lateralização da superfície de fratura (Hulse & Hyman, 2003). A torção causa ainda *stress* interno devido a compressão e tensão, numa direção oblíqua em relação ao eixo longitudinal do osso (Hulse & Hyman, 2003).

A escolha do método de fixação para estabilização de fraturas, deve ter em conta as forças que estão a atuar no foco de fratura, neutralizando-as para que exista uma reparação ótima do tecido ósseo (Roush, 2005).

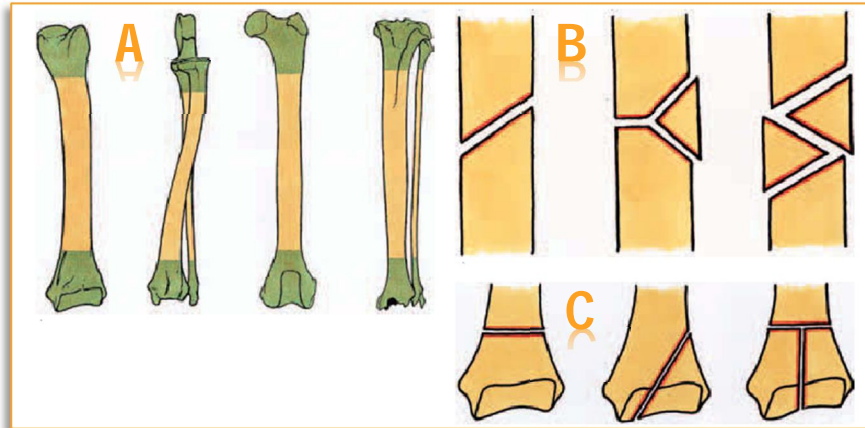
### 3.4.3 - Classificação de fraturas

Fraturas do aparelho apendicular podem ser classificadas com base na sua localização anatómica, possibilidade de redução, direção das linhas de fratura, extensão dos danos no osso, deslocamento e posição relativa dos fragmentos, estabilidade e comunicação, ou não, com o ambiente exterior (Denny & Butterworth, 2000; Houlton & Dunning, 2005).

Quanto à sua localização, uma fratura pode ser classificada como proximal, distal ou diafisária (figura 14,A) (Denny & Butterworth, 2000). Fraturas na zona da metáfise, proximal ou distal, requerem uma nomenclatura mais específica para descrever a grande variedade de fraturas extra ou intra-articulares que podem ocorrer (Piermattei et al., 2006):

- Metafisárias. A superfície articular não se encontra fraturada, mas está separada da diáfise (Piermattei et al., 2006). Numa fratura fisária, a separação dos segmentos ocorre na fise, ou linha de crescimento, ocorrendo apenas em animais jovens e em crescimento (Piermattei et al., 2006).
- Fraturas articulares parciais. Apenas parte da superfície articular se encontra envolvida, continuando o restante da articulação ligada à diáfise (figura 14C) (Piermattei et al., 2006). Dentro deste tipo de fraturas, as unicondiliares são as mais frequentes (Piermattei et al., 2006).

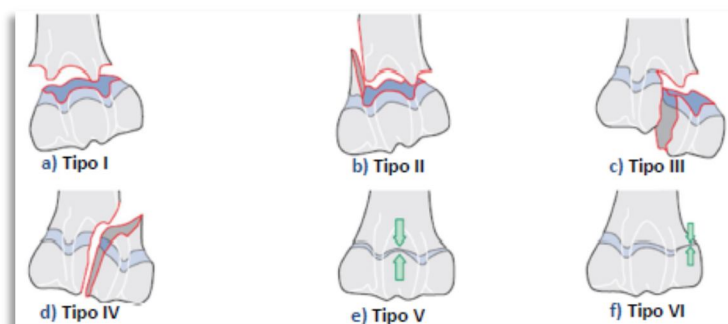
- Fraturas articulares completas. A superfície articular encontra-se fraturada e completamente separada da diáfise (figura 14,C) (Piermattei et al., 2006). Fraturas do úmero em Y ou T são exemplos deste tipo de fraturas (Piermattei et al., 2006).



**Figura 14** – Classificação de fraturas de ossos longos. **A**, podem envolver a epífise e/ou metáfise proximal ou distal (verde) ou a diáfise (amarelo). **B**, podem ser classificadas como simples redutíveis (esquerda), ter um ou dois fragmentos redutíveis (meio), ser não redutíveis, ou cominutas (direita). **C**, fraturas das regiões proximal ou distal podem ser metafisárias (esquerda), unicondilar (articulares parciais) (meio) ou supra e intracondilares (articulares completas) (direita). Adaptado de Voss & Montavon (2009)

As fraturas da fise são classificadas pelo sistema de classificação *Salter-Harris*, que descreve a localização da fratura, relativamente à placa de crescimento (figura 15):

- Tipo I – percorrem a fise (Jones, 1998a; Denny & Butterworth, 2000; Houlton & Dunning, 2005; Voss & Montavon, 2009).
- Tipo II – percorrem a fise, e uma porção da metáfise (Jones, 1998a; Denny & Butterworth, 2000; Houlton & Dunning, 2005; Voss & Montavon, 2009).
- Tipo III – percorrem a fise e epífise, sendo geralmente fraturas intra-articulares (Jones, 1998a; Denny & Butterworth, 2000; Houlton & Dunning, 2005; Voss & Montavon, 2009).
- Tipo IV – Fraturas articulares, que correm pela epífise, atravessam a fise e parte da metáfise (Jones, 1998a; Denny & Butterworth, 2000; Houlton & Dunning, 2005; Voss & Montavon, 2009).
- Tipo V – fraturas de esmagamento da fise, que não é visível radiograficamente, mas torna-se evidente algumas semanas depois, quando o crescimento a partir da fise cessa (Jones, 1998a; Denny & Butterworth, 2000; Houlton & Dunning, 2005; Voss & Montavon, 2009).
- Tipo VI – esmagamento parcial da fise (Jones, 1998a; Denny & Butterworth, 2000; Houlton & Dunning, 2005; Voss & Montavon, 2009).



**Figura 15** – Classificação de Salter-Harris para fraturas da fise. Adaptado de Houlton & Dunning (2005)

Quanto à presença de comunicação com o ambiente externo, a fratura pode ser classificada como fechada ou exposta/aberta, podendo estas últimas ainda ser classificadas com base no grau de dano nos tecidos moles envolventes através dos critérios expostos na tabela 26 (Denny & Butterworth, 2000; Grant & Olds, 2003; Houlton & Dunning, 2005; Piermattei et al., 2006; Voss & Montavon, 2009). O prognóstico piora à medida que o grau de classificação aumenta (Houlton & Dunning, 2005; Voss & Montavon, 2009).

**Tabela 26** – Sistema para classificação de fraturas abertas. Adaptado de Tillson DM (1995)

Classificação da fratura	Descrição
<b>Grau I</b>	Pequena laceração (menor que um centímetro). Limpa.
<b>Grau II</b>	Laceração maior (maior que um centímetro). Trauma ligeiro dos tecidos moles. Não existem <i>flaps</i> ou avulsões.
<b>Grau III (a)</b>	Laceração de tecidos moles, ou <i>flaps</i> ou trauma por elevada energia. Existem tecidos moles para encerramento da ferida.
<b>Grau III (b)</b>	Avulsão de tecidos moles. Exposição óssea. Periósteo arrancado do osso.
<b>Grau III (c)</b>	Suprimento arterial do membro distal comprometido. Necessária reparação arterial para salvar o membro.

Quanto à direção da linha de fratura, esta pode ser classificada como:

- Transversa: A fratura atravessa o osso em direção perpendicular ao seu eixo maior, ou num ângulo nunca maior que 30°, em relação ao seu eixo longitudinal (Jones, 1998a; Denny & Butterworth, 2000; Piermattei et al., 2006);
- Obliqua: Atravessa o osso num ângulo superior a 30°, em relação ao seu eixo longitudinal (Jones, 1998a; Piermattei et al., 2006);
- Espiralada: Tipo específico de fratura oblíqua, em que a linha de fratura forma uma curva em torno do eixo longitudinal e ao longo da diáfise (Denny & Butterworth, 2000; Piermattei et al., 2006);

- Cominuta: Fraturas em que estão presentes múltiplos fragmentos e linhas de fratura (figura 14,B) (Denny & Butterworth, 2000; McGuigan, 2010);
- Múltipla (segmental): O osso encontra-se fraturado em três ou mais segmentos, de tal forma que as linhas de fratura não comunicam entre si (Denny & Butterworth, 2000; Piermattei et al., 2006).

Os seguintes termos podem também ser utilizados para descrever alguns tipos de fraturas:

- Fratura por esmagamento. Os segmentos são comprimidos um contra o outro (Denny & Butterworth, 2000; Piermattei et al., 2006).
- Fratura por avulsão. Um fragmento de osso, que é o local de inserção de um músculo, tendão ou ligamento, é separado como resultado de forças de tensão (Denny & Butterworth, 2000; Piermattei et al., 2006).

A extensão de danos ósseos ou gravidade da fratura poderá ser classificada como:

- Incompleta: Frequentemente utilizada para descrever uma fratura que só rompe um córtex. Também pode ser denominada fratura em ramo verde (Piermattei et al., 2006; McGuigan, 2010).
- Completa: Uma fratura completa é aquela em que a linha de fratura atravessa completamente e interrompe a continuidade o osso (Denny & Butterworth, 2000; McGuigan, 2010).

Quanto à sua estabilidade, a fratura pode ser classificada como:

- Estável. Os fragmentos interligam-se e resistem a forças de compressão ou encurtamento (fraturas transversas ou em ramo verde, por exemplo) (Denny & Butterworth, 2000; Piermattei et al., 2006).
- Instável. Fraturas oblíquas, espiraladas ou cominutas, por exemplo, em que os fragmentos, após redução, não se interligam e saem da posição se não forem aplicados meios de fixação (Jones, 1998a; Denny & Butterworth, 2000; Piermattei et al., 2006).

Para efeitos de planeamento do tratamento, a fratura deve também ser classificada como redutível (normalmente são fraturas simples ou com não mais que dois fragmentos de grande dimensão) ou não redutível (fraturas cominutas e com múltiplos fragmentos pequenos, por exemplo) (Johnson, 2007).

A descrição de uma fratura, normalmente, é feita considerando o fragmento proximal como estável na sua posição, e o fragmento distal estando deslocado relativamente ao primeiro (Kealy & McAllister, 2000; McGuigan, 2010). O deslocamento, normalmente é descrito em termos de angulação, translação, alinhamento, rotação e alterações no comprimento (Nayagam, 2010; Eiff et al., 2012).

A translação ou deslocamento dos fragmentos pode ocorrer tanto no plano antero-posterior ou dorso-palmar, como no plano latero-medial (Nayagam, 2010; Eiff et al., 2012).

A angulação também pode ocorrer tanto no plano frontal, como sagital, ou até ambos (Eiff et al., 2012). Para descrição da angulação, a direção do vértice do “V” formado é referida (Eiff et al., 2012).

Por alinhamento, entende-se que o eixo do fragmento proximal e do distal estão paralelos entre si, e as articulações (proximal e distal) estão na relação anatómica normal (McGuigan, 2010). Rotação ocorre quando existe uma alteração do eixo, no plano transversal, entre os dois fragmentos e um dos fragmentos se encontra rodado em relação ao eixo longitudinal normal do osso (McGuigan, 2010; Nayagam, 2010). O encurtamento ou alongamento ocorre quando o fragmento distal está posicionado, em relação ao fragmento proximal, de forma a aumentar ou diminuir o comprimento do osso fraturado (McGuigan, 2010).

### 3.4.4 - Diagnóstico de fraturas

Muitas fraturas podem ser rapidamente diagnosticadas pela anamnese e sinais clínicos como, por exemplo, o membro estar mal alinhado. Contudo, o diagnóstico imagiológico fornece informações importantes e difíceis de obter apenas com o exame físico, como a localização, o tipo, a complexidade e potenciais complicações da fratura (Piermattei et al., 2006; Duckworth & Blundell, 2010; Henry, 2013).

Os sinais clínicos na área de fratura podem incluir dor, deformidade ou angulação anormal, mobilidade anormal, edemaciação (pode ocorrer imediatamente após o trauma, ou demorar horas a dias e, normalmente, persiste sete a dez dias devido a perturbações no fluxo sanguíneo e linfático locais), perda de função, crepitação e perda de sensação e/ou capacidade motora (Denny & Butterworth, 2000; Piermattei et al., 2006; Duckworth & Blundell, 2010).

A radiografia trata-se do meio de diagnóstico imagiológico mais utilizado em medicina veterinária, quando nos referimos ao trauma esquelético (Morgan & Wolvekamp, 2004; Ohlerth et al., 2009; Henry, 2013). Este facto deve-se ao bom contraste que é naturalmente obtido entre o osso e os tecidos moles circundantes, permitindo a deteção de pequenas lesões que podem ser clinicamente relevantes (Morgan & Wolvekamp, 2004).

A avaliação radiográfica de fraturas pode ser utilizada com o objetivo de confirmar um diagnóstico, demonstrar o posicionamento, as relações e natureza dos fragmentos ósseos, determinar há quanto tempo ocorreu a fratura, planejar o tratamento, e avaliar a evolução da reparação óssea ou eficácia do tratamento (Kealy & McAllister, 2000).

Aquando da avaliação radiográfica devem ser obtidas sempre, no mínimo, duas projeções perpendiculares entre si (Toal & Mitchell, 2002; Morgan & Wolvekamp, 2004; Piermattei et al., 2006; Duckworth & Blundell, 2010; Henry, 2013). Este facto é importante para o diagnóstico, uma vez que uma fratura pode ser impercetível numa só projeção, mas também para um planeamento correto do método de tratamento (Piermattei et al., 2006; Duckworth & Blundell, 2010; Henry, 2013). As duas articulações (proximal e distal) do osso em questão devem também ser alvo de avaliação radiográfica, se possível nas mesmas projeções

utilizadas para avaliar a fratura, uma vez que permite avaliar o envolvimento articular e o grau de rotação dos fragmentos no foco de fratura (Toal & Mitchell, 2002; Morgan & Wolvekamp, 2004; Henry, 2013). Nos pacientes jovens e esqueleticamente imaturos, a avaliação e comparação radiográfica com o membro não afetado torna mais fácil a avaliação do comprometimento das placas de crescimento (Morgan & Wolvekamp, 2004).

Normalmente, o aspeto radiográfico de uma fratura é uma interrupção na continuidade do osso (Toal & Mitchell, 2002). Uma ou mais linhas de fratura radiolucientes podem ser visualizadas, ou pode existir uma linha ou zona esclerótica, devida a sobreposição de fragmentos (Toal & Mitchell, 2002). Algum grau de alterações na forma, tamanho, posição e função do osso está normalmente presente (Toal & Mitchell, 2002).

Ocasionalmente, uma fratura pode estar presente existindo apenas um deslocamento mínimo dos fragmentos, o que torna a sua deteção difícil (Toal & Mitchell, 2002). A repetição das projeções radiográficas com a técnica correta, ou o uso de projeções oblíquas podem auxiliar nestes casos (Toal & Mitchell, 2002; Henry, 2013). Na extremidade distal do membro, por exemplo, devido à complexidade anatómica de regiões como o carpo e tarso, a visibilidade radiográfica das diferentes estruturas ósseas é prejudicada pela sobreposição das mesmas, logo, projeções adicionais são necessárias para um diagnóstico preciso (Piras, 2004). Estas projeções adicionais podem ser projeções oblíquas, em flexão, extensão, e projeções sob stress (Piras, 2004).

Em alguns casos de fraturas impercetíveis, uma nova avaliação radiográfica, uma a duas semanas mais tarde, pode revelar sinais de reabsorção óssea (linha de fratura mais visível) ou de formação de calo ósseo (Kealy & McAllister, 2000; Toal & Mitchell, 2002; Duckworth & Blundell, 2010; Henry, 2013).

Sendo a radiografia a técnica mais utilizada no diagnóstico de anomalias ósseas, em alguns casos, técnicas imagiológicas alternativas podem ser utilizadas. A ecografia, embora não seja de eleição no diagnóstico de fraturas, pode ser útil na avaliação dos tecidos moles, periósteo, integridade do córtex e na colheita de amostras de osso por punção e aspiração (McAllister & Tobin, 2006; Bruhschwein, 2010; Henry, 2013).

A cintigrafia óssea é bastante sensível na deteção de áreas em que há remodelação óssea ativa, no entanto, é mais útil em casos de claudicação sem causa conhecida ou na localização de metástases ósseas (McAllister & Tobin, 2006; Piermattei et al., 2006; Scott & Witte, 2011).

A tomografia axial computadorizada (TAC) tem a vantagem de permitir a visualização do osso em planos seccionais (McAllister & Tobin, 2006). A sua utilização é mais útil nas articulações mais complexas, como as do carpo, do tarso e metacarpo-falângica, eliminando a necessidade das várias projeções radiográficas necessárias para avaliar estas regiões, uma vez que a TAC providencia um excelente detalhe anatómico sem sobreposição de estruturas (Bruhschwein, 2010). Pode também ser utilizada para avaliação de fraturas em ossos longos,



assim como na reconstrução a três dimensões de tumores para planeamento da sua ressecção (McAllister & Tobin, 2006).

Comparando com a TAC, a ressonância magnética (RM) oferece uma sensibilidade comparável a esta, com uma especificidade maior no diagnóstico de lesões de tecidos moles (Gavin & Holmes, 2009; Scott & Witte, 2011). Ou seja, no que diz respeito a imagiologia dos membros, a RM permite uma melhor visualização que a TAC dos tecidos moles, incluindo músculo, tendões e ligamentos (Gavin, 2004). O tecido ósseo é bem visualizado nas regiões cortical, sub-condral e cavidade medular, sendo que fraturas são prontamente detetadas com este tipo de Figura (Gavin, 2004; Henry, 2013).

### 3.4.5 - Vascularização e reparação óssea

A vascularização dos ossos longos, num animal adulto, é constituída por três sistemas principais: o sistema vascular aferente, sistema vascular intermédio do osso cortical/compacto, e sistema vascular eferente (Denny & Butterworth, 2000; Piermattei et al., 2006).

O sistema vascular aferente transporta o sangue arterial e consiste numa artéria nutritiva principal, nas artérias metafisárias e nas arteríolas do periósteo (situadas nas zonas de inserção muscular). Estas últimas representam a menor porção do sistema aferente, apenas nutrindo as camadas mais externas do córtex junto às zonas de inserção muscular (Denny & Butterworth, 2000; Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007). O suprimento sanguíneo do periósteo no animal jovem é muito maior que no adulto, com arteríolas longitudinais e inúmeros vasos originados nestas para nutrirem a camada osteogénica ativa deste (Denny & Butterworth, 2000; Johnson, 2007).

A artéria nutritiva principal, após penetrar o córtex do osso, divide-se nos ramos medulares ascendente e descendente, que por sua vez dão origem a ramos mais pequenos que nutrem a superfície do endósteo em toda a diáfise do osso (Denny & Butterworth, 2000). As artérias metafisárias, que são múltiplas, formam um anel em redor da metáfise e penetram no osso em todo o seu perímetro, formando anastomoses com os vasos medulares e, embora não seja habitual nutrirem a diáfise do osso, tal pode ocorrer em situações em que a vascularização medular esteja comprometida (Denny & Butterworth, 2000). No animal jovem, como os vasos não atravessam a cartilagem de crescimento, a epífise e a metáfise têm suprimentos sanguíneos independentes e que não comunicam entre si (Denny & Butterworth, 2000; Johnson, 2007).

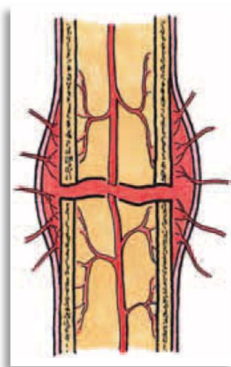
O sistema vascular intermédio, por sua vez, representa os vasos que se encontram no osso cortical e encontra-se, como o próprio nome indica, numa posição intermédia entre o sistema vascular aferente e eferente, sendo constituído pelos canais de *Havers*, *Volkman* e pequenos canalículos presentes no osso cortical (Piermattei et al., 2006). No osso esponjoso estes vasos localizam-se e correm entre as trabéculas ósseas (Denny & Butterworth, 2000).

A drenagem venosa, ou sistema eferente, do osso cortical tem lugar na superfície externa do osso, uma vez que o fluxo sanguíneo pelo córtex é essencialmente centrífugo, da

medula em direção ao perióstio, sendo a drenagem venosa efetuada quase totalmente pelos vasos desta estrutura (Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007).

Após uma fratura, as características da sua reparação dependem de vários fatores, sendo que o ambiente vascular e mecânico no foco de fratura têm especial importância (Aron, 1998; Hulse & Hyman, 2003).

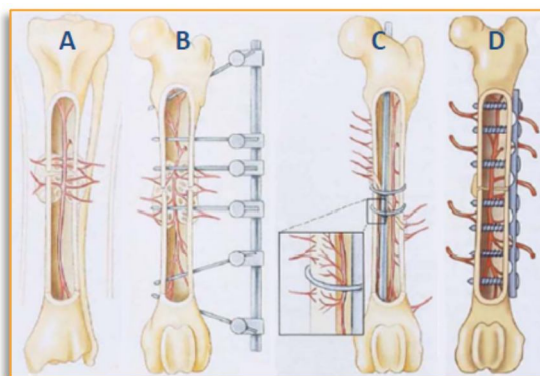
O grau de rotura da vascularização normal do osso, quando ocorre uma fratura, varia com a complexidade desta (Piermattei et al., 2006). Após a fratura, os componentes do sistema aferente são estimulados e respondem por hipertrofia, aumentando tanto em diâmetro como em número e, quase simultaneamente, um novo tipo de vascularização é formada, denominada “vascularização extraóssea do osso em reparação”, proveniente dos tecidos moles envolventes e separado das arteríolas normais do perióstio (figura 16) (Hulse & Hyman, 2003; Griffon, 2005; Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007; Voss & Montavon, 2009). Este tipo de vascularização extraóssea fornece sangue a fragmentos ósseos completamente destacados, córtex desvitalizado e ao calo periosteal em formação (Piermattei et al., 2006). Embora o sistema vascular retome o seu papel dominante à medida que a estabilidade no foco de fratura o for permitindo, o suprimento vascular extraósseo é importante nas fases iniciais da reparação, regredindo depois, quando a estabilidade no foco de fratura e a circulação medular contínua estão asseguradas (Hulse & Hyman, 2003; Griffon, 2005; Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007).



**Figura 16** – Suprimento vascular extraósseo do osso em reparação. Adaptado Voss & Montavon (2009)

Alguns fatores que podem diminuir a resposta vascular e, conseqüentemente, o processo de reparação óssea são: o trauma no sistema vascular relacionado com o próprio acidente, o mau manuseamento dos tecidos moles durante a cirurgia, e a redução ou estabilização inadequada (Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007). Alguns métodos de fixação podem também danificar e/ou comprometer o sistema vascular em qualquer dos seus constituintes (aferente ou eferente), mas os dois são necessários para que haja uma reparação adequada do tecido ósseo (figura 17) (Piermattei et al., 2006).





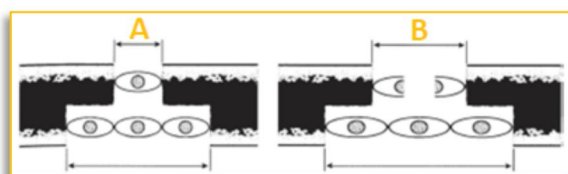
**Figura 17** – Efeito de alguns meios de fixação na circulação do osso fraturado. **A**, Gesso; **B**, Fixador externo: a redução fechada e aplicação de gesso ou fixadores externos interferem pouco na vascularização; **C**, Pino intramedular e fio de cerclage: a utilização de pino intramedular lesiona o sistema vascular medular e o fio de cerclage, colocado de forma apropriada, não interfere significativamente no sistema vascular. **D**, Placa e parafusos: pode comprometer o suprimento vascular das camadas de córtex imediatamente subjacentes à placa. Contudo, as placas de osteossíntese compressivas e de baixo contacto minimizam este facto. Adaptado de Johnson (2007)

A reparação de uma fratura pode ocorrer através de dois processos distintos: reparação primária (direta) ou secundária (indireta) (Hulse & Hyman, 2003; Sfeir et al., 2005; Voss & Montavon, 2009). O tipo de reparação de uma fratura é determinado pela capacidade do implante para providenciar estabilidade, pelo tipo de redução obtida e pelo ambiente biológico no local de fratura (Hulse & Hyman, 2003).

### Reparação óssea primária (direta)

A reparação óssea primária não implica a formação de calo ósseo nem tecido fibroso ou cartilagíneo, e ocorre apenas em situações em que exista aposição com contacto ou quando existe uma falha muito pequena entre os topos da fratura (Hulse & Hyman, 2003; Sfeir et al., 2005; Piermattei et al., 2006).

O sucesso deste tipo de reparação depende de uma estabilidade absoluta no foco de fratura, uma vez que a tensão aplicada individualmente nas células que preenchem este espaço é amplificada por qualquer movimento no local e pode facilmente provocar a rotura destas células, como ilustrado na figura 18 (Hulse & Hyman, 2003; Piermattei et al., 2006).

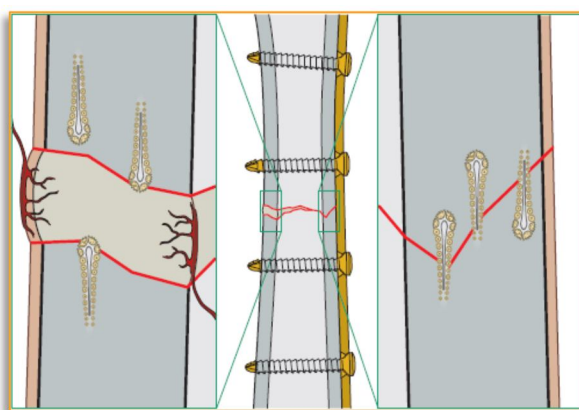


**Figura 18** - Conceito de tensão interfragmentária numa fratura com uma falha pequena. **A**, Uma célula de tecido de granulação ocupa um espaço entre dois fragmentos de 10 µm, e três células do mesmo tecido ocupam um espaço entre fragmentos três vezes maior (30 µm). **B**, aumentando o espaço entre fragmentos em 10 µm, causa uma percentagem de deformação (tensão/strain) de 100% na célula do espaço pequeno, causando a rotura desta. No entanto, o mesmo aumento apenas causa uma percentagem de deformação de 33% nas células do espaço entre fragmentos maior, prevenindo assim a rotura destas. Adaptado de Rahn (1982)

Pode ser dividida em reparação primária por contacto e sem contacto (na presença de uma pequena falha, menor que 0,1 mm) (figura 19) (Hulse & Hyman, 2003; Sfeir et al., 2005; Piermattei et al., 2006; Voss & Montavon, 2009).

Na primeira, a união e remodelação óssea (remodelação dos canais de *Havers*) ocorrem simultaneamente (Hulse & Hyman, 2003; Sfeir et al., 2005). No processo de remodelação óssea, intervêm os cones de remodelação, formados por osteoclastos (na frente do cone para reabsorção óssea) e osteoblastos (atrás dos osteoclastos para formação de novo osso) (Hulse & Hyman, 2003). A reabsorção e a formação de tecido ósseo ocorrem assim simultaneamente à medida que os cones avançam e atravessam a linha de fratura (figura 19) (Hulse & Hyman, 2003).

Na reparação primária sem contacto, os dois eventos ocorrem separadamente. Primeiro ocorre a ossificação intramembranosa do espaço, com deposição de osso lamelar (com lamelas transversais à orientação das do osso lamelar original), seguida de remodelação dos canais de Havers) (figura 19) (Griffon, 2005).



**Figura 19** - Reparação óssea primária. Reparação óssea por contacto ocorre no córtex imediatamente subjacente à placa de osteossíntese por remodelação direta dos canais de *Havers*. No córtex oposto à placa de osteossíntese, está presente uma pequena falha, o que impede a reparação por contacto. Neste caso a reparação dá-se em duas fases:

Na primeira existe deposição de osso lamelar em sentido perpendicular ao eixo longo do osso, sendo depois este remodelado, por um processo semelhante à reparação por contacto, numa segunda fase. Adaptado de Griffon (2005)

### **Reparação óssea secundária (indireta)**

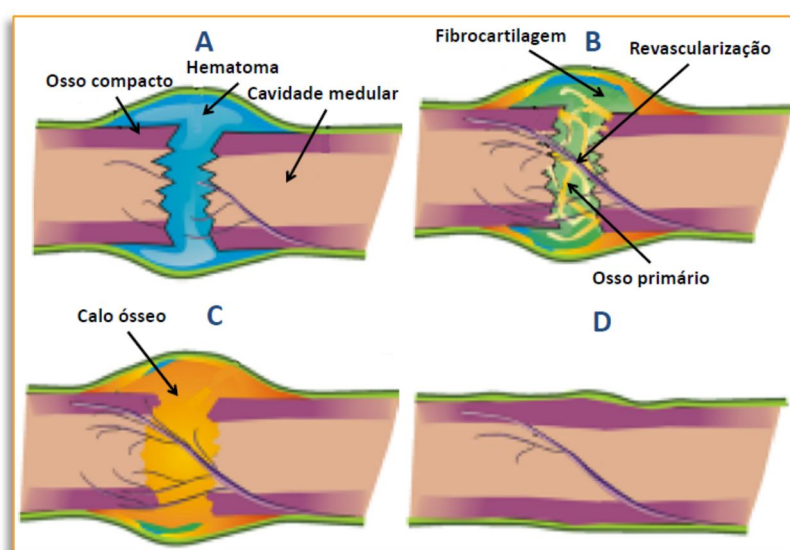
A reparação óssea secundária é a forma mais comum de reparação de uma fratura, sendo caracterizada pela formação de um calo de reparação intermédio, constituído por tecido conjuntivo fibroso e cartilágneo (Sfeir et al., 2005; Johnson, 2007). Pode ser dividida em três fases, cada uma caracterizada pela presença de diferentes tipos de células e componentes de matriz extracelular (figura 20) (Sfeir et al., 2005).

Por ordem cronológica, as três fases são (Sfeir et al., 2005):

1. Fase inflamatória (figura 20,A);
2. Fase de reparação, que inclui a ossificação intramembranosa, condrogénese, e ossificação endocondral (figura 20,B e C);
3. Fase remodeladora (figura 20,D).

A primeira fase (inflamatória) é caracterizada pela formação do hematoma, ativação da cascata do complemento e formação do coágulo, levando à acumulação de linfócitos, plaquetas, monócitos, macrófagos, neutrófilos, osteoclastos e células mesenquimatosas não diferenciadas no local da fratura (Sfeir et al., 2005). O hematoma, além de auxiliar na hemóstase, tem um papel importante na regulação dos mecanismos celulares da reparação óssea e funciona também como uma rede de fibrina que permite a migração de células (Sfeir et al., 2005; Johnson, 2007).

O produto final da fase inflamatória é o granuloma de reparação, e marca o início do calo mole (Hulse & Hyman, 2003; Sfeir et al., 2005).



**Figura 20** – Representação esquemática das três fases da reparação óssea. A: fase inflamatória; B: fase de reparação (formação de calo de fibrocartilagem); C: fase de reparação (formação de calo ósseo); D: fase de remodelação.

Adaptado de Sfeir et al. (2005)

A segunda fase, de reparação, inicia-se nos primeiros dias, ainda antes da fase inflamatória terminar, e consiste numa estabilização mecânica gradual do foco de fratura com tecidos progressivamente mais rígidos e menos tolerantes à deformação.

Um determinado tecido não prolifera em condições mecânicas que excedam os seus limites de deformação, e a formação sequencial de tecidos mais rígidos no foco de fratura, é um método biológico de estabilização mecânica e diminuição da deformação interfragmentária (Hulse & Hyman, 2003; Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007). Pela análise da tabela 27, é fácil perceber que o único tecido capaz de sobreviver nas fases precoces da reparação, em

que existe uma elevada tensão na falha de fratura, é o tecido de granulação (resultado da fase inflamatória).

**Tabela 27** - Tolerância à tensão/% de deformação interfragmentária. Informação retirada de Perren & Cordey (1980)

Tipo de tecido/célula	Tolerância ao alongamento	Tolerância à flexão
Tecido de granulação	100%	40°
Cartilagem	15%	5°
Osso	2%	0,5°

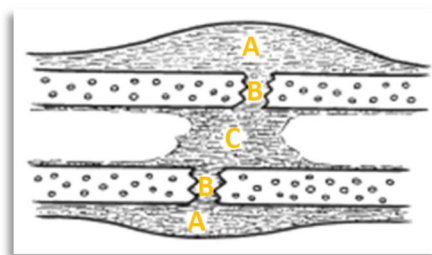
Nesta fase, as células mesenquimatosas pluripotentes, consoante o microambiente vascular e mecânico no local, dão origem a outras células como fibroblastos, condroblastos e osteoblastos (Aron, 1998; Sfeir et al., 2005). O tecido de granulação, através da ação destas células, transforma-se então em tecido conjuntivo fibroso ou fibrocartilagem, consoante o microambiente local (Hulse & Hyman, 2003; Sfeir et al., 2005). O tecido conjuntivo fibroso tende a formar-se na periferia do calo, onde o suprimento sanguíneo é abundante, enquanto a fibrocartilagem tende a formar-se mais no centro do calo, onde existe menos suprimento sanguíneo e a tensão de oxigénio é menor (Hulse & Hyman, 2003).

Para aumentar a rigidez do local de fratura, inicia-se depois a ossificação intramembranosa do tecido conjuntivo fibroso, a partir dos topos dos fragmentos da fratura e em direção ao centro do foco de fratura (Hulse & Hyman, 2003). Esta conjugação de tecido conjuntivo mineralizado e fibrocartilagem, proporciona a rigidez e resistência necessárias para que se inicie a formação de osso através do processo de ossificação endocondral (Hulse & Hyman, 2003).

Forma-se assim o calo ósseo, que apresenta a rigidez e resistência estruturais para o retorno à função do osso (Hulse & Hyman, 2003). No entanto, este é constituído apenas por osso primário, iniciando-se depois o processo de remodelação óssea, que é a fase final da reparação da fratura e consiste na substituição do osso primário por osso secundário (lamelar) e reabsorção do calo excessivo, podendo durar vários anos até que se encontre completa (Sfeir et al., 2005).

O tipo de calo formado pode ser classificado com base na sua localização em calo intramedular/endosteal, calo periosteal e calo cortical (figura 21), sendo que o tipo de calo ósseo formado varia muito consoante as circunstâncias e estímulos presentes (Piermattei et al., 2006). A formação de calo ósseo é inversamente proporcional à estabilidade no foco de fratura, uma vez que o seu papel é aumentar a estabilidade mecânica do local, aumentando o suporte lateral (Hulse & Hyman, 2003; Griffon, 2005; Sfeir et al., 2005; Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007).

Este tipo de reparação, devido à presença do calo ósseo, resulta numa união clínica rápida, entendendo-se união clínica como o ponto em que o osso se encontra apto a sustentar as forças geradas pelo suporte do próprio peso corporal (Piermattei et al., 2006).



**Figura 21** - Formação de calo ósseo na reparação óssea. **A**, calo periosteal; **B**, calo intercortical; **C**, calo medular.

Adaptado de Piermattei, et al. (2006)

### 3.4.5.1 - Complicações na reparação de fraturas

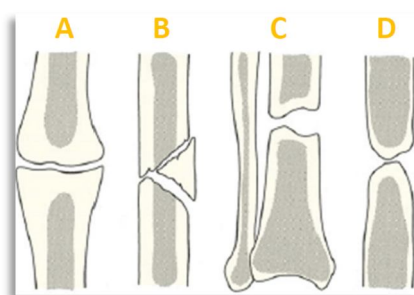
Os três principais tipos de complicação associados à reparação das fraturas são os atrasos na união, má união e não união.

O atraso na união acaba por ser um estado intermédio da reparação de uma fratura, que pode evoluir no sentido de união, mal união ou não união. É definido como uma falha em completar a reparação da fratura dentro do tempo esperado, tendo em conta o tipo de fratura e o tipo de fixação utilizados (Graham, 2008). O atraso na união pode ter várias causas, entre elas uma redução e/ou imobilização inadequadas, redução do suprimento vascular, e infeção (Nunamaker et al., 1985).

Dá-se o nome de não união quando existe uma falha na união dos bordos da fratura e todo o processo de reparação parou (Graham, 2008; Nayagam, 2010). Fatores predisponentes para a não união, além do estado de saúde e metabólico geral, são essencialmente fatores locais, como a vascularização e viabilidade dos tecidos, e fatores relacionados com o ambiente mecânico no local de fratura (McCartney & MacDonald, 2006). Como tal, a não união pode ser originada por uma distensão e separação excessiva dos fragmentos, movimentos excessivos na linha de fratura, lesões severas que comprometam a viabilidade dos tecidos no local, um suprimento sanguíneo comprometido e infeção (Nayagam, 2010). Existem várias classes de não união:

- Viáveis:
  - Hipertrófica, ou *pé-de-elefante*. É caracterizada pela presença de um calo ósseo abundante e um suprimento sanguíneo bem desenvolvido, bordos da fratura achatados, extremidades da medula óssea encerradas e escleróticas, e espaço da fratura preenchido com fibrocartilagem. Normalmente ocorre devido a estabilização insuficiente e carga prematura no foco de fratura (figura 22,A) (Graham, 2008).
  - Ligeiramente hipertrófica, ou *casco-de-cavalo*. Forma mais “ligeira” do *pé-de-elefante*. Normalmente ocorre devido a reabsorção óssea do osso em contacto com uma placa de osteossíntese, que não providencia estabilidade suficiente no foco de fratura (Graham, 2008).

- Oligotrófica. Neste caso não existe evidência de formação de calo ósseo, os topos dos fragmentos apresentam-se hipervascularizados e pode ocorrer arredondamento com desmineralização dos bordos da fratura. Geralmente ocorre devido a má redução/aposição dos fragmentos, deixando muito espaço entre estes (Graham, 2008).
- Não-viáveis:
  - Distrófica. Ocorre quando existe um fragmento intermédio com suprimento sanguíneo comprometido. A instabilidade e a diminuição do suprimento sanguíneo resultam numa osteogénese inadequada (Graham, 2008).
  - Necrótica. Quando existem vários fragmentos intermédios e um suprimento sanguíneo inadequado (figura 22,B) (Graham, 2008).
  - Defeito. Perda de um segmento de osso (figura 22,C).
  - Atrófica. Trata-se do resultado final de uma das classificações acima descritas. Caracteriza-se pela presença de osteoporose e atrofia muscular, devido à inatividade e perda do suprimento vascular (figura 22,D) (Graham, 2008).



**Figura 22** – Não uniões. A, pé-de-elefante; B, necrótica; C, defeito; D, atrófica. Adaptado de Nayagam (2010)

Estudos realizados para determinar a incidência de não união, em fraturas de ossos longos em gatos, revelam resultados que variam entre 0,85% e 5,2% (Nolte et al., 2005; McCartney & MacDonald, 2006). Os ossos de maior incidência são a tíbia, em gatos, e o rádio e a ulna em cães, que correspondem a áreas com poucos tecidos moles envolventes e maiores dificuldades de estabilização mecânica (Nunamaker et al., 1985; Nolte et al., 2005; McCartney & MacDonald, 2006).

O tratamento da não união passa por melhorar o ambiente biológico e mecânico no foco de fratura. Como tal, o melhoramento mecânico do fixador utilizado, bem como a colocação de enxertos ósseos, podem ser utilizados para tratar esta complicação (McCartney & MacDonald, 2006).

A má união pode ser definida como a reparação de uma fratura, em que o alinhamento do osso não foi mantido, desviando ou provocando uma rotação do eixo normal do osso (Nunamaker et al., 1985; Johnson, 2007). A deformação criada pode ser considerada funcional

ou não, consoante o grau de desvio do alinhamento normal criado, e consequente interferência no normal funcionamento das articulações (Nunamaker et al., 1985; Johnson, 2007).

O tratamento de uma má união envolve osteotomias corretivas do osso (Nunamaker et al., 1985; Johnson, 2007).

### 3.4.6 - Princípios de tratamento cirúrgico de fracturas

Ao avaliar uma fratura, o médico veterinário deve avaliar as forças mecânicas que estão a atuar no foco de fratura, a possibilidade da reconstrução completa da coluna óssea, qual o potencial biológico e se na realidade é necessário tratamento cirúrgico (Houlton & Dunning, 2005; Hulse, 2006). Algumas fraturas simples não necessitam cirurgia, como é o caso das fracturas em ramo verde, em que apenas é necessário confinar o animal e proporcionar repouso (Roush, 2005).

No entanto, naquelas em que o tratamento é necessário, a redução e fixação das mesmas deve ser realizada assim que a condição do paciente o permita, uma vez que com o passar do tempo a redução da fratura torna-se mais difícil devido à contração espástica dos músculos e espessamento dos tecidos moles, devido à inflamação (Piermattei et al., 2006).

O objetivo no tratamento de qualquer fratura é o restauro rápido e completo da função do membro, sendo que o alinhamento estável dos ossos, bem como o restauro de uma amplitude máxima de movimentos nas articulações adjacentes são essenciais para o retorno à função (Nunamaker, 1985; Piermattei et al., 2006; Matis, 2007).

Este objetivo idealizado é difícil de atingir totalmente nas situações clínicas, mas é importante que o médico veterinário siga determinados princípios de tratamento que, neste caso, foram estabelecidos pelo grupo AO/ASIF (*Association for Osteosynthesis/Association for the Study of Internal Fixation*):

- Redução da fratura e fixação para restaurar as relações anatómicas (Schatzker, 2005);
- Providenciar estabilidade através da fixação ou coaptação externa, conforme as características da fratura (Schatzker, 2005);
- Preservação do suprimento sanguíneo dos tecidos moles e osso pelo manuseamento e redução cuidadosos (Schatzker, 2005);
- Ambulação e mobilização, rápida e segura, tanto do membro como do paciente (Schatzker, 2005);

A interpretação e a ênfase dada a estes princípios têm vindo a ser alteradas nos últimos anos com a introdução do conceito de fixação biológica, que pressupõe a preservação dos tecidos moles e do suprimento sanguíneo dos fragmentos ósseos (Harasen, 2002; Piermattei et al., 2006; Voss & Montavon, 2009;). Atualmente, o foco do cirurgião admite-se que deva ser o posicionamento das superfícies articulares em relação à coluna óssea e aos ossos proximal e distal, sendo mesmo este fator o mais importante para o retorno precoce à função ocorrer no pós-operatório (Roush, 2005).



Como tal, a redução anatómica no sentido de uma reconstrução total de todas as linhas de fratura, é considerada necessária apenas em fraturas articulares, ou diafisárias tratadas por compressão entre fragmentos (Piermattei et al., 2006).

A reconstrução da coluna óssea a partir dos fragmentos pode apresentar vantagens a nível mecânico, uma vez que permite uma divisão da carga entre o osso e o fixador, protegendo este da falha precoce (Harasen, 2002; Houlton & Dunning, 2005; Johnson, 2007). Nos casos em que não se promova a reconstrução anatómica deve-se, por isso, ter em consideração que um implante utilizado para suportar a maioria da carga num ambiente que lhe é mecanicamente desfavorável, deve ser mais resistente e mais estável por maiores períodos de tempo (Houlton & Dunning, 2005). Os animais politraumatizados ou com múltiplas lesões ortopédicas, também podem colocar desafios maiores aos implantes, uma vez que estes podem ser prematuramente forçados a suportar o peso do animal num membro lesionado (Houlton & Dunning, 2005).

Outras fraturas da diáfise não necessitam uma redução anatómica perfeita e são tratadas simplesmente deixando os seus fragmentos intocados, com o objetivo de proteger o ambiente biológico no foco de fratura (Piermattei et al., 2006; Matis, 2007). Nestes casos, a zona de fratura é estabilizada através de uma placa de neutralização, um fixador externo ou uma cavilha intramedular de haste bloqueada (*interlocking nail*), sendo esperada uma união indireta, com formação de calo ósseo que, por sua vez, também é responsável por parte da estabilização (Hulse, 2006; Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007; Matis, 2007). A redução da fratura, nestas circunstâncias, implica apenas o restauro do alinhamento do osso, tanto no plano frontal como sagital, eliminando as deformidades provocadas pela rotação e mantendo o comprimento do osso (Piermattei et al., 2006).

Quando o objetivo é a reparação óssea sem a reconstrução anatómica dos fragmentos, a fixação deve ter apenas a rigidez necessária para permitir a formação do calo ósseo, sendo que pequenas quantidades de movimentos entre fragmentos não são apenas prováveis, mas também desejáveis para a formação do calo (Claes et al., 1995; Piermattei et al., 2006). No entanto, deve-se ter em conta que um excesso de movimento interfragmentário no foco de fratura nas fases iniciais da reparação, ou uma falha demasiado grande, podem inibir a formação de calo ósseo e atrasar ou impedir o processo de reparação (Schell et al., 2005).

Através da observação dos objetivos, podemos concluir que o tratamento de fraturas, além de depender das características destas, pode também variar consoante o paciente em questão, até mesmo entre fraturas do mesmo tipo (Houlton & Dunning, 2005). Como tal, os fatores dependentes do paciente, como a idade, a função e utilização, o peso, a presença de outras lesões, o estado geral de saúde e a capacidade do proprietário para realizar os cuidados pós-operatórios, devem ser todos considerados na altura de escolher o método para o tratamento da fratura (Houlton & Dunning, 2005). Um cão de corrida, por exemplo, apresenta uma função muito mais exigente que um cão de doze anos, cuja função se resume à companhia em casa. Como tal, o grau de função perdida pelo cão de companhia, pode ser



muito maior que a do cão de corrida, sem que afete a sua performance no dia a dia (Nunamaker, 1985).

Quanto ao potencial biológico, animais jovens e com o periósteo ativo, bem como fraturas metafisárias com abundância de osso esponjoso, por exemplo, são de rápida reparação na maioria das situações (Houlton & Dunning, 2005). Em contraste, fraturas cominutas podem ter a sua vascularização diminuída e, como tal, maiores tempos de reparação podem ser esperados, bem como nos pacientes geriátricos, debilitados, ou animais que tenham sofrido um trauma substancial dos tecidos moles (Houlton & Dunning, 2005).

Existe um grande número e variedade de meios de fixação, que estão em constante evolução e permitem uma grande variedade de configurações e combinações entre eles (tabela 28) (Roush, 2005).

O método de fixação deve ser avaliado segundo a sua capacidade para controlar todas as forças que atuam no foco de fratura (Roush, 2005). Adicionalmente, a rigidez, resistência e capacidade de providenciar estabilidade e redução anatômica das superfícies articulares, bem como a capacidade de permitir um rápido retorno à função devem ser avaliados para cada método de fixação (Roush, 2005). Existem ainda vários meios auxiliares para fixação, que podem providenciar suporte secundário aos meios de fixação primários, mas não devem ser utilizados isoladamente numa fratura (Roush, 2005).

**Tabela 28** – métodos de fixação de fraturas, e exemplos da sua utilização. Adaptado de Roush (2005)

<b>Técnicas/métodos de fixação</b>	<b>Exemplos de utilização</b>
<b>Coaptação externa (Pensos, talas e gesso)</b>	Fraturas fechadas nas regiões distais ao joelho e cotovelo
<b>Cavilha Intramedular</b>	Não deve nunca ser utilizado sem outro meio de fixação adjuvante
<b>Cavilha Intramedular com fio de cerclage</b>	Fraturas oblíquas longas ou em espiral
<b>Cavilha intramedular conectada a fixador externo (<i>tie-in</i>)</b>	Muitas fraturas diafisárias ou metafisárias
<b>Cavilhas de <i>Rush</i></b>	Fraturas da fise, metáfise e epífise
<b>Banda de tensão “em oito” e fios de <i>Kirschner</i></b>	Fraturas por avulsão ou iatrogénicas das proeminências ósseas
<b>Cavilha intramedular de haste bloqueada (<i>interlocking nail</i>)</b>	A maioria das configurações de fraturas diafisárias
<b>Fixadores externos</b>	A maioria das configurações de fraturas diafisárias e metafisárias
<b>Fixadores externos circulares</b>	A maioria das fraturas não articulares
<b>Placas</b>	A maioria das configurações de fraturas, devido à variedade de tipos de placas
<b>Placa com pino intramedular ou <i>interlocking nail</i></b>	Reparação de fraturas sem redução anatômica de todos os fragmentos
<b>Métodos auxiliares:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fio de cerclage</li> <li>• Fio de <i>Kirschner</i>/fios de <i>Kirschner</i> cruzados</li> <li>• Parafusos de compressão</li> </ul>	

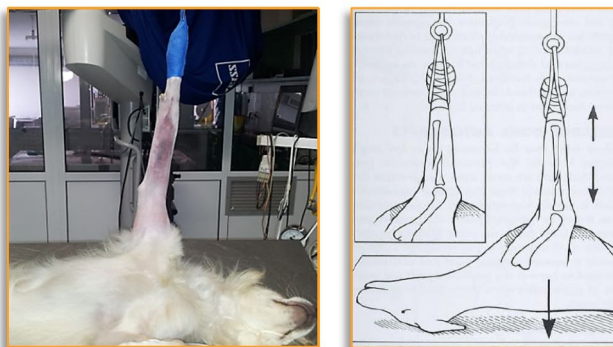
O cirurgião deve também decidir que método de redução de fratura (aberto ou fechado) é preferível, baseando-se na localização e complexidade da fratura, bem como no tipo de fixação selecionado (Houlton & Dunning, 2005). A redução de uma fratura é definida como o processo de reconstruir os fragmentos ósseos na sua posição anatômica normal, ou restaurar o alinhamento e comprimento normais do membro (Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007). A redução de uma fratura pode mesmo ser o fator mais importante, bem como o mais difícil, no tratamento da fratura (Kraus et al., 2003).

Há ainda que ter em consideração que o método de redução tem um impacto direto no ambiente biológico e mecânico presente no local de fratura que, por sua vez, é essencial para o desenrolar da reparação óssea (Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007).

O termo redução fechada, extensamente utilizada na fixação externa, refere-se à redução dos fragmentos sem exposição cirúrgica do osso fraturado e, como tal, preserva o suprimento sanguíneo, bem como o ambiente biológico da fratura, acelerando o processo de reparação e diminuindo o risco de infecção (Houlton & Dunning, 2005; Johnson, 2007; Piras et al., 2011). Contudo, apresenta a desvantagem de não permitir um alinhamento e reconstrução perfeita dos fragmentos, sendo o seu objetivo principal o alinhamento do membro, manutenção do seu comprimento e colocação anatômica das articulações (Houlton & Dunning, 2005; Johnson, 2007; Voss & Montavon, 2009). Deve ser reservada para fraturas que apresentam um deslocamento mínimo, incompletas ou cominutas que sejam tratadas através de fixação externa (Houlton & Dunning, 2005).

O principal princípio da redução fechada é a aplicação de tração contínua e lenta (para relaxamento dos músculos e evitar irritação) no fragmento que seja mais manipulável, alinhando-o com o fragmento que é menos manipulável (Piermattei et al., 2006). Embora apenas os principais fragmentos sejam manipulados por este método, ao aplicar tração os fragmentos mais pequenos são realinhados devido à tensão exercida nos tecidos moles circundantes (Rovesti et al., 2006; Voss & Montavon, 2009).

A tração pode ser obtida por aplicação manual de força, através do aproveitamento da gravidade (figura 23), ou através da utilização de distratores e/ou outras estruturas/equipamentos específicos (Chambers & Betts, 1984; Kraus et al., 2003; Piermattei et al., 2006; Rovesti et al., 2006). O uso de tração intra-operatória apresenta vantagens, tanto na facilidade e qualidade de redução da fratura, como na facilidade de aplicação dos implantes selecionados, quer sejam placas de osteossíntese, quer fixadores externos (Rovesti et al., 2006).



**Figura 23** - Técnica do membro pendurado para auxílio na redução de uma fratura. Figura da direita adaptada de Johnson (2007).

A redução aberta refere-se à redução dos fragmentos ósseos utilizando um acesso cirúrgico para expor o osso fraturado e, como tal, permite a visualização e manipulação direta dos fragmentos, a realização de enxertos ósseos, a reconstrução anatômica de fraturas e a aplicação direta dos implantes (Houlton & Dunning, 2005; Johnson, 2007). Apresenta como desvantagens: um tempo mais prolongado de cirurgia, danos nos tecidos moles e suprimento vascular, e uma maior probabilidade de infecção (Houlton & Dunning, 2005; Johnson, 2007).

A redução aberta pode ainda ser dividida em “redução aberta limitada”, na qual a exposição é feita com o objetivo de reduzir uma fratura transversa, ou fixar uma fratura oblíqua com um parafuso compressivo ou fio de cerclagem, antes de aplicar um fixador externo ou uma haste bloqueada (*interlocking nail*), ou em redução “abrir mas não tocar”, na qual é feita uma exposição um pouco maior para realinhar o osso, mas os fragmentos ósseos e hematoma não são manipulados (Johnson, 2007).

Muitos estudos realizados em ortopedia humana revelam melhores resultados com a técnica de osteossíntese de mínima invasão do que com as técnicas realizadas com acessos cirúrgicos maiores (Cook, 2004; Vannini, 2008; Mele, 2009). A preservação do ambiente biológico, o menor risco de infecção, a reabilitação e reparação óssea mais rápidas são as grandes vantagens desta técnica (Cook, 2004; Vannini, 2008; Mele, 2009). Como desvantagem, esta técnica apresenta uma maior dificuldade na redução da fratura, possibilitando um pior alinhamento, má união e atrasos na união (Vannini, 2008).

### 3.5 - Uso de fixação externa no tratamento de fraturas

A fixação externa é um sistema de estabilização óssea, no qual cavilhas ou fios de *Kirschner* prendem o osso fraturado percutaneamente, estando conectados a uma estrutura maior, localizada no exterior do corpo (Fox, 2008). Os fixadores externos incluem estruturas lineares, circulares ou híbridas (Fox, 2008). Cada um tem as suas vantagens, que podem ser utilizadas estrategicamente para otimizar o resultado pós-operatório, dependendo do tipo de osso e tipo de fratura (Fox, 2008).

#### 3.5.1 - Vantagens, desvantagens e indicações da fixação externa

A utilização de fixadores externos no tratamento de fraturas, tal como qualquer outro método de fixação, apresenta vantagens e desvantagens que devem pesar aquando da escolha do método de fixação e planeamento do tratamento da fratura em questão. As principais vantagens e desvantagens da fixação externa são apresentadas na tabela 29.

**Tabela 29** - Vantagens e desvantagens da fixação externa no tratamento de fraturas

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentalização mínima</li> <li>• Aplicação relativamente fácil</li> <li>• Lesão mínima de tecidos moles durante a sua aplicação</li> <li>• Possibilidade de utilizar redução fechada</li> <li>• Minimização do acesso cirúrgico quando realizada redução aberta</li> <li>• Muito versátil e adaptável</li> <li>• Permite a transferência de carga faseada para o osso em reparação</li> <li>• Permite o acesso a feridas abertas</li> <li>• Permite evitar implantes colocados no local da fratura</li> <li>• Possibilidade de utilização em conjunto com outros meios de fixação</li> <li>• Relativamente económicos e alguns elementos são reutilizáveis</li> <li>• Permite ajustamentos durante e após a cirurgia</li> <li>• Permite dinamização à medida que a reparação da fratura evolui</li> <li>• Boa tolerância tanto em cães como em gatos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Complicações relacionadas com trespasse de tecidos moles</li> <li>• Elementos conectores estão localizados “longe” do eixo longitudinal do osso, o que constitui uma desvantagem mecânica</li> <li>• Aplicação limitada na região mais proximal dos membros</li> <li>• Requer alguma prática</li> <li>• Aceitação por parte do proprietário</li> </ul>

As situações em que a fixação externa está indicada no tratamento de fraturas do aparelho apendicular são:

- Fraturas abertas, com lesão extensa dos tecidos moles e/ou infectadas (Egger, 1998; Denny & Butterworth, 2000; Canapp, 2004; Ness, 2006; Johnson & Schaeffer, 2008);
- Fraturas diafisárias, principalmente de rádio e ulna ou tibia e fíbula (Denny & Butterworth, 2000; Kraus et al., 2003);

- Associada a outros tipos de fixação (muito comum a combinação com uma cavilha intramedular conectada à estrutura) para fraturas da diáfise da tíbia, fémur ou úmero (Denny & Butterworth, 2000; Kraus et al., 2003; Canapp, 2004);
- Fraturas cominutas e altamente instáveis da diáfise de ossos longos (Egger, 1998; Denny & Butterworth, 2000; Kraus et al., 2003; Piermattei et al., 2006; Scott & McLaughlin, 2007; Johnson & Schaeffer, 2008);
- Fraturas diafisárias em animais jovens (Denny & Butterworth, 2000);
- Fraturas cominutas da diáfise que invadem a metáfise, criando um segmento de pequenas dimensões e fraturas justa-articulares (Denny & Butterworth, 2000; Piras, 2010);
- Tratamento de atrasos na união ou não união (Canapp, 2004; Piermattei et al., 2006);

### 3.5.2 - Componentes

O uso do fixador externo para imobilização de fraturas dos ossos longos pressupõe a inserção, por via transcutânea, de duas a quatro cavilhas em cada um dos principais fragmentos ósseos, que estão conectadas entre si através de uma estrutura externa (Kraus et al., 2003; Marcellin-Little, 2003; Piermattei et al., 2006). Os fixadores externos podem ter uma estrutura linear, circular ou híbrida, sendo que cada uma tem as suas vantagens e estas devem ser utilizadas de forma a otimizar o resultado pós-operatório (Fox, 2008).

#### 3.5.2.1 - Cavilhas

As cavilhas utilizadas na fixação externa, normalmente são fabricadas em aço inoxidável endurecido, e podem ser tanto lisas como roscadas, podendo o perfil da rosca ser positivo ou negativo (Kraus et al., 2003; Canapp, 2004; Roe, 2005). O facto de serem fabricadas em aço inoxidável endurecido, permite prevenir a flexão destas, protegendo a superfície de contacto (interface) entre o osso e a cavilha (Kraus et al., 2003).

O facto de as cavilhas serem roscadas aumenta a superfície de contacto com o osso, o que é vantajoso e previne o desprendimento precoce da cavilha, permitindo também que estas sejam colocadas em sentido paralelo entre si e perpendicular ao eixo maior do osso o que, na perspetiva mecânica, representa uma orientação melhor e mais resistente (Kraus et al., 2003).

As cavilhas completamente roscadas são pouco utilizadas, devido à diminuição de rigidez provocada pela presença de rosca em toda a sua superfície (Piermattei et al., 2006). As cavilhas parcialmente roscadas, por sua vez, podem ter a rosca localizada na sua extremidade (figura 24,A) ou no meio (caso das cavilhas completas, utilizadas nos fixadores externos tipo II) (figura 24,C) (Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007).

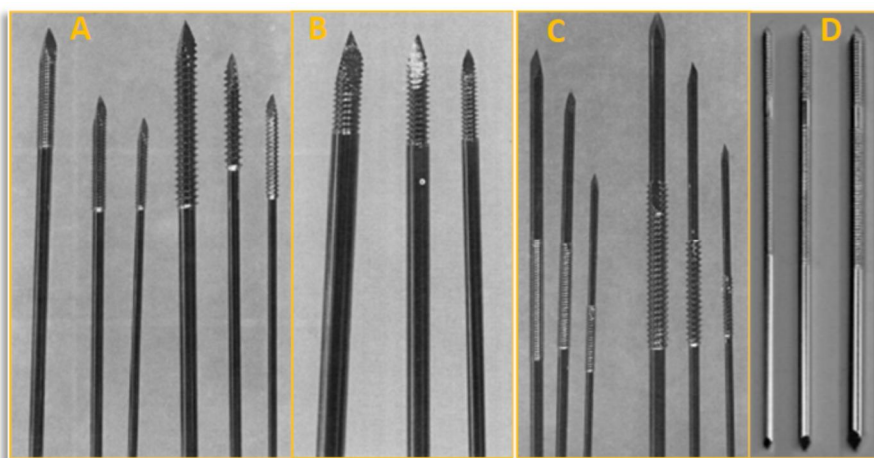
O tipo de rosca (fina ou larga) está relacionado com o tipo de osso a que se destina a utilização (Piermattei et al., 2006). As cavilhas de rosca fina (maior número de sulcos por unidade de comprimento) são apropriadas para utilização no osso cortical, enquanto as

cavilhas de rosca larga são mais apropriadas para o uso em osso esponjoso, encontrado nas metáfises e epífises dos ossos longos (Piermattei et al., 2006).

Embora existam situações em que a utilização das cavilhas lisas ou com perfil de rosca negativo é aceitável, as cavilhas com rosca positiva são mais seguras na fixação do osso e, como tal, a sua utilização aumenta a performance dos fixadores externos (Roe, 2005).

As cavilhas podem ainda ser classificadas como “meias cavilhas” (*half pins*), quando apenas penetram a pele e tecidos moles num dos lados do osso e apenas se encontram ligadas a uma coluna conectora (Kraus et al., 2003; Budsberg, 2005a; Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007; Scott & McLaughlin, 2007). As “cavilhas completas” (*full pins*) atravessam a pele e tecidos moles dos dois lados do osso (Kraus et al., 2003; Budsberg, 2005a,b; Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007; Scott & McLaughlin, 2007). É importante referir que a colocação de uma cavilha, quer seja “meia cavilha” ou “cavilha completa”, pressupõe sempre a penetração das duas corticais do osso (Kraus et al., 2003; Canapp, 2004; Budsberg, 2005a; Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007; Scott & McLaughlin, 2007).

Algumas cavilhas, principalmente as de menor diâmetro, apresentam uma área rugosa no seu corpo para permitir um melhor contacto, quando são utilizadas colunas conectoras de materiais acrílicos ou massa epóxi (figura 24,D) (Roe, 2005; Scott & McLaughlin, 2007).



**Figura 24** - Cavilhas utilizadas em fixação externa. **A**, meias cavilhas com rosca positiva, em vários tamanhos/diâmetros. As três mais à esquerda apresentam rosca fina e os três à direita apresentam rosca mais larga. **B**, Cavilhas de *Ellis*. Nestas cavilhas, a parte roscada penetra a segunda cortical do osso, e a parte lisa fica na primeira cortical. **C**, Cavilhas completas (*full pins*). **D**, Cavilhas com rosca de perfil positivo na extremidade, e com uma área do seu corpo rugosa, para permitir um melhor contacto com colunas conectoras de polimetilmetacrilato. Adaptado de Piermattei, et al. (2006).

### 3.5.2.2 - Colunas e/ou barras conectoras

As colunas ou barras conectoras são a estrutura que providencia o suporte às cavilhas e, consequentemente, estabiliza o foco de fratura (Kraus et al., 2003). Estão localizadas exclusivamente no exterior da pele e apresentam mecanismos de ligação às cavilhas, bem como para fazer a interconexão entre estas (Kraus et al., 2003; Budsberg, 2005b). A estrutura



resultante da construção, entre cavilhas, rótulas, barra conectora e osso, providencia estabilidade suficiente para permitir a reparação óssea, enquanto mantém a utilização do membro (Piermattei et al., 2006).

As barras conectoras podem ser fabricadas em aço inoxidável, titânio, fibra de carbono, alumínio ou materiais acrílicos e tradicionalmente têm sido utilizadas apenas como barras retas (Johnson, 2007). Contudo, em alguns casos pode ser útil fazer a dobragem destas para as tornar um pouco curvas (Piermattei et al., 2006). Os materiais disponíveis para utilização, dependem do sistema de fixação escolhido (tabela 30).

**Tabela 30** – Tamanho e materiais das barras conectoras disponíveis em cada sistema de fixação externa.

Informação retirada de Denny & Butterworth, (2000c); Corr (2005); Piermattei, et al. (2006);

[http://www.secueros.com/portals/8/downloads/SECUIROS\\_Orthopedic\\_Resource\\_Guide.pdf](http://www.secueros.com/portals/8/downloads/SECUIROS_Orthopedic_Resource_Guide.pdf);

<http://www.imexvet.com/products/external-skeletal-fixation/sk-linear-esf-system/rods>

Sistema	Tamanho	Materiais disponíveis
<b>Maynard</b>	2; 2,5; 3,2; 4 mm	Aço inoxidável
<b>Kirschner-Ehmer</b>	3,2 até 8,0 mm	Aço inoxidável
<b>IMEX-SK®</b>	3,2; 6,3; 9,5 mm	Fibra de carbono (6,3 e 9,5 mm), titânio (6,3 mm) e aço inoxidável (3,2 mm)
<b>Securos®</b>	3,2; 4,8; 6,3; 9,5 mm	Aço inoxidável (3,2 e 4,8 mm), alumínio (9,5 mm), fibra de carbono (4,8; 6,3; 9,5 mm)

No caso do sistema Securos®, quando é utilizada apenas uma barra conectora de 4,8 mm, pode ser aplicada na barra conectora uma placa para aumento da estabilidade. Esta aumenta a rigidez axial e a resistência à flexão médio/lateral em cerca de 450%, bem como à flexão crânio/caudal em cerca de 150% (Kraus et al., 2003)

A rigidez mecânica da barra conectora afeta a carga axial que é aplicada no local de fratura, bem como as forças tangenciais (*shear*) nos pinos (Piermattei et al., 2006). Como tal, e uma vez que o aumento do diâmetro da barra conectora aumenta a rigidez, o seu diâmetro e material devem ser determinados pelo tamanho do osso a estabilizar, bem como pelo tamanho de rótulas disponível (Roe, 2005; Scott & McLaughlin, 2007). O uso de materiais alternativos ao aço inoxidável, como a fibra de carbono, o alumínio e o titânio, permite um aumento do seu diâmetro e rigidez, sem que aumente significativamente o peso da estrutura (Budsberg, 2005b; Piermattei et al., 2006).

As barras fabricadas em fibra de carbono têm ainda a vantagem de ser radiolúcidas, permitindo uma melhor visualização radiográfica do processo de reparação da fratura (Piermattei et al., 2006; Johnson, 2007).

Os materiais acrílicos ou à base de resina epóxi podem servir para moldar as colunas conectoras, envolvendo e segurando as cavilhas, fazendo também a ligação entre estas (Kraus et al., 2003; Roe, 2005; Piermattei et al., 2006). O material mais utilizado para construção destas colunas é o polimetilmetacrilato (PMMA), que pode ser utilizado moldando manualmente ou enchendo tubos de plástico com a mistura viscosa formada, que depois endurece durante a reação exotérmica de polimerização dos monómeros de metilmetacrilato (Scott & McLaughlin,

2007; Amsellem et al., 2010). As colunas fabricadas em acrílico ou resinas têm ainda as vantagens de serem radiolúcidas, menos dispendiosas, e permitirem uma maior liberdade nos padrões de colocação de cavilhas e nos formatos de configurações, devido ao facto de serem moldáveis (Kraus et al., 2003; Amsellem et al., 2010). Este facto permite diminuir as complicações relacionadas com os trajetos das cavilhas, bem como melhorar a função do membro, uma vez que as estruturas musculotendinosas podem ser evitadas (Amsellem et al., 2010). Outra vantagem é a leveza do material, o que pode ser especialmente vantajoso em animais pequenos (Scott & McLaughlin, 2007).

Mais que uma coluna conectora pode ser utilizada, podendo também ser utilizados métodos de ligação entre estas, o que aumenta a resistência do fixador (Kraus et al., 2003). A ligação entre colunas pode ser feita, também, através de barras conectoras de aço, existindo rótulas “duplas” ou modificadas, que permitem a articulação entre duas barras conectoras (Kraus et al., 2003; Budsberg, 2005b; Piermattei et al., 2006). No caso de fixadores construídos com colunas acrílicas, não são necessárias rótulas para fazer a ligação entre duas colunas, uma vez que o acrílico só por si permite a fixação da barra de ligação (Kraus et al., 2003).

### 3.5.2.3 - Rótulas

A função das rótulas é fazer a conexão entre as cavilhas e as barras conectoras, ou entre barras conectoras (Budsberg, 2005b).

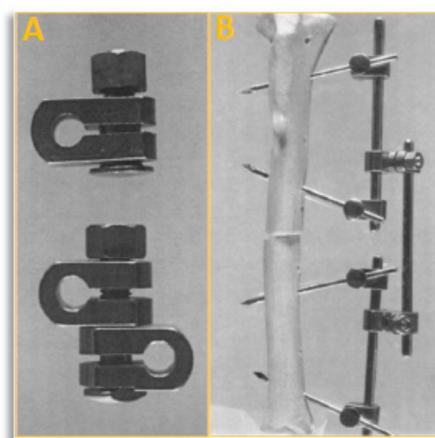
Existem rótulas individuais e rótulas duplas. As rótulas individuais conectam a cavilha e a barra conectora, podem rodar sobre dois eixos (o da cavilha e o da coluna conectora) e são as únicas necessárias para montar fixadores externos uniplanares (Piermattei et al., 2006). Quando duas barras conectoras precisam ser unidas para formar fixadores multiplanares, são utilizadas rótulas duplas que, tal como o nome indica, consistem em duas rótulas que rodam em torno do eixo do parafuso (Piermattei et al., 2006). Contudo, como este tipo de rótulas apresenta uma menor rigidez que as rótulas individuais, a sua utilização decaiu para um papel meramente auxiliar na fixação de fraturas (Piermattei et al., 2006). Rótulas individuais podem ser também utilizadas para fazer esta ligação, desde que a barra conectora tenha um diâmetro semelhante ao das cavilhas utilizadas (Kraus et al., 2003).

Tal como já foi referido anteriormente, existem diferentes sistemas de fixação externa, e a maior diferença entre estes é o tipo de rótulas utilizado (Budsberg, 2005b).

As rótulas mais tradicionalmente utilizadas em fixação externa foram desenhadas como parte do sistema de fixação *Kirschner-Ehmer* (K-E) (figura 25) (Piermattei et al., 2006). Neste sistema a rótula comprime a barra conectora e a cavilha simultaneamente, quando é apertada (Budsberg, 2005b). Este sistema apresenta a desvantagem de não permitir colocar rótulas entre duas que já estejam colocadas na barra conectora, uma vez que este tipo de rótulas não é desmontável e têm que ser colocadas na barra conectora por deslizamento (Budsberg, 2005c; Corr, 2005; Piermattei et al., 2006; Scott & McLaughlin, 2007). Outra desvantagem prende-se com o facto de este tipo de rótulas não permitir a passagem de cavilhas com rosca

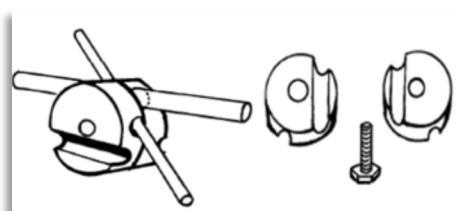


positiva, como tal, quando são utilizadas este tipo de cavilhas, estas têm que ser inseridas na rótula pela sua parte lisa (Corr, 2005; Piermattei et al., 2006; Scott & McLaughlin, 2007).



**Figura 25** – A, Rótula individual (cima) e dupla (baixo) de *Kirschner-Ehmer*, B, Montagem de um fixador externo tipo IA, com o sistema *Kirschner-Ehmer*, utilizando rótulas individuais e duplas. Adaptado de Piermattei, et al. (2006)

As rótulas de Maynard têm um formato circular, e podem ser utilizadas de modo semelhante às do sistema K-E (Denny & Butterworth, 2000). Estas são formadas por dois discos de metal com ranhuras de diferentes tamanhos nas duas faces dos dois discos, o que permite a adaptação e determina o diâmetro das barras conectoras e cavilhas (figura 26) (Denny & Butterworth, 2000). Os dois discos têm ainda um orifício central cada (um com rosca e outro sem), por onde passa o parafuso que permite o ajuste e fixação da rótula (Denny & Butterworth, 2000). Como vantagens, este tipo de rótula apresenta o facto de ser montada em torno da junção pino/barra conectora, o que pode ser vantajoso em situações em que seja necessário adicionar cavilhas intermédias, bem como o facto de permitir alguma variação no que diz respeito aos planos de fixação das cavilhas, apresentando uma versatilidade maior que o sistema K-E (Denny & Butterworth, 2000). No entanto, apresenta como desvantagem o facto de ser menos resistente que o sistema K-E, facto que também pode facilmente ser ultrapassado com a adição de mais cavilhas e/ou barras conectoras (Denny & Butterworth, 2000).



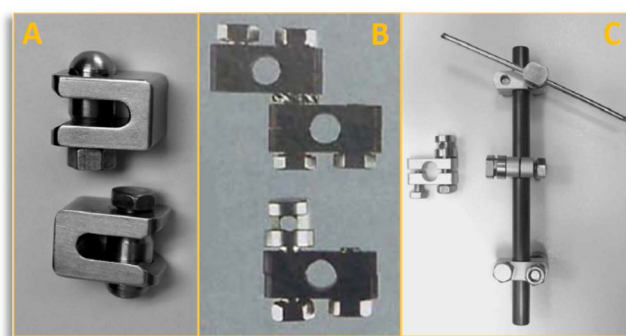
**Figura 26** – Desenho de uma rótula de *Maynard*. Adaptado de Denny & Butterworth (2000).

Diversos avanços no desenho das rótulas para fixação das cavilhas, resultaram em dois novos tipos de rótulas disponíveis (IMEX-SK<sup>®</sup> e Securos<sup>®</sup>), que aumentam a facilidade de aplicação, bem como a fixação da fratura (Budsberg, 2005b; Johnson, 2007).

A rótula do sistema IMEX-SK<sup>®</sup> é constituída por partes separáveis, o que permite um posicionamento fácil na barra conectora, sendo depois fixa por dois parafusos (figura 27,B,C) (Johnson, 2007). O orifício para passagem da cavilha neste tipo de rótula, tem ainda dimensão suficiente para permitir a passagem de cavilhas com perfil de rosca positivo (Corr, 2005; Johnson, 2007).

A rótula do sistema Securos<sup>®</sup>, por sua vez, tem um componente em forma de “U”, que pode facilmente ser colocado na barra conectora (figura 27,A) (Johnson, 2007). Este tipo de rótulas também permite a utilização de cavilhas com perfil de rosca positiva (Johnson, 2007).

Um tipo de rótulas especiais do sistema Securos<sup>®</sup> podem ser utilizadas para permitir a dinamização axial da fratura (permite a carga axial), enquanto providencia proteção contra a flexão e torção (Corr, 2005).



**Figura 27** – **A**, Rótulas do sistema Securos<sup>®</sup>. Adaptado de Piermattei, et al. (2006); **B**, rótula individual (em baixo) e rótula dupla (cima) do sistema IMEX-SK<sup>®</sup>. Adaptado de Johnson (2007); **C**, Rótula do sistema IMEX-SK<sup>®</sup> e estrutura montada do mesmo sistema. Adaptado de Piermattei, et al. (2006).

Existem ainda diferenças entre estes sistemas no que diz respeito ao diâmetro das cavilhas e barras conectoras que podem ser utilizadas, dependendo dos diferentes tamanhos de rótulas (tabela 31) (Budsberg, 2005b).

**Tabela 31** – Tamanhos dos componentes disponíveis para fixação linear externa, consoante o sistema de fixação escolhido. Adaptado de Corr (2005)

Sistema	Tamanho de rótula	Diâmetro de Cavilhas	Diâmetro da barra conectora
<b>Kirschner-Ehmer</b>	Pequeno	2 – 2,4 mm	3,2 mm
	Médio	3 – 3,2 mm	4,8 mm
	Grande	4,0 mm	8,0 mm
<b>Securos<sup>®</sup></b>	Pequeno	1,6 – 2,4 mm	3,2 mm
	Médio	2,4 – 3,2 mm	4,8 mm
	Grande	3,2 mm	9,5 mm
<b>Imex-SK<sup>®</sup></b>	Miniatura	0,9 – 2,4 mm	3,2 mm
	Pequeno	2,4 – 4,0 mm	6,3 mm
	Grande	2,8-4,8 mm	9,5 mm

### 3.5.3 - Classificação das configurações de fixadores externos

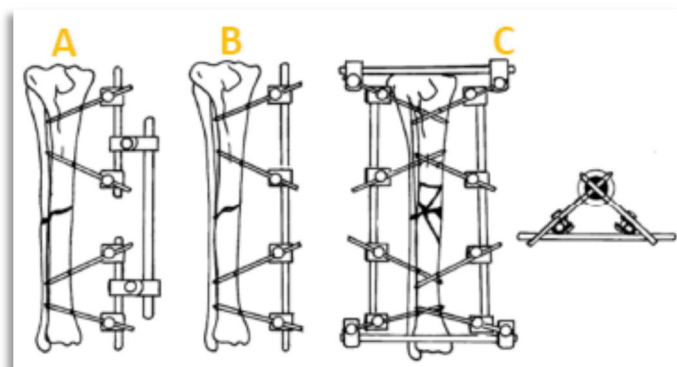
Uma das maiores vantagens da fixação externa é a possibilidade de criar um leque muito vasto de diferentes configurações (Kraus et al., 2003). A desvantagem deste facto é a inexistência de um sistema de classificação que consiga abranger todas as possíveis montagens (Kraus et al., 2003). Contudo, algumas classificações básicas estão definidas, são aceites e são comumente utilizadas.

Historicamente existem três tipos principais de configurações de fixadores lineares externos (tipo I, tipo II e tipo III) (Budsberg, 2005b). Além destes três tipos, devem ser consideradas também a fixação circular externa, bem como a utilização de fixadores híbridos.

#### 3.5.3.1 - Tipo I/Unilateral (uniplanar ou biplanar)

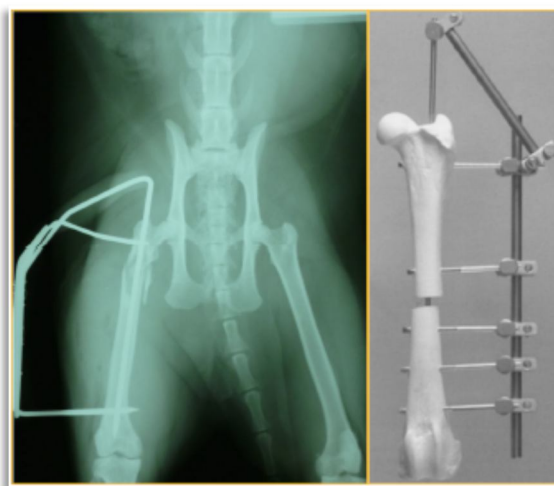
A classificação de um fixador externo como tipo I baseia-se na utilização de meias cavilhas (*half-pins*), ligadas a uma barra conectora (Kraus et al., 2003; Canapp, 2004). Caso esta estrutura seja utilizada isoladamente, é importante ter em consideração que pelo menos duas cavilhas, mas preferivelmente mais, devem ser colocadas em cada fragmento da fratura (Kraus et al., 2003). No entanto, uma estrutura deste tipo com apenas uma cavilha em cada segmento pode ser utilizada como meio auxiliar de fixação (Egger, 1998; Kraus et al., 2003).

Nomenclatura adicional pode ser utilizada para referir o tipo de rótulas (individuais ou duplas) e o número de barras conectoras utilizadas na coluna (barra única ou barra dupla), bem como o número de colunas ou planos utilizados (tipo Ia ou Ib) (figura 28) (Piermattei et al., 2006). Quando no fixador é utilizada apenas uma coluna conectora unilateral a estrutura é designada como “tipo Ia” (figura 28,A,B) (Kraus et al., 2003; Budsberg, 2005b; Piermattei et al., 2006; Scott & McLaughlin, 2007). Contudo, para aumentar a rigidez e a estabilidade da estrutura, dois fixadores externos unilaterais podem ser aplicados, idealmente com uma angulação de sessenta a noventa graus entre si, podendo ou não fazer-se a ligação entre as colunas conectoras destes (Kraus et al., 2003; Piermattei et al., 2006; Scott & McLaughlin, 2007). A este tipo de configuração dá-se o nome de “Tipo Ib” (figura 28,C) (Kraus et al., 2003; Budsberg, 2005b; Piermattei et al., 2006). A ligação entre as colunas, neste caso, além de aumentar a estabilidade e rigidez da estrutura em geral, aumenta também a resistência a forças torcionais e diminui o desprendimento das cavilhas do osso (Piermattei et al., 2006). Este tipo de configuração pode ser especialmente vantajosa em fraturas de úmero e fémur, uma vez que um fixador externo tipo II não pode ser aplicado, devido à anatomia da região (Budsberg, 2005b).



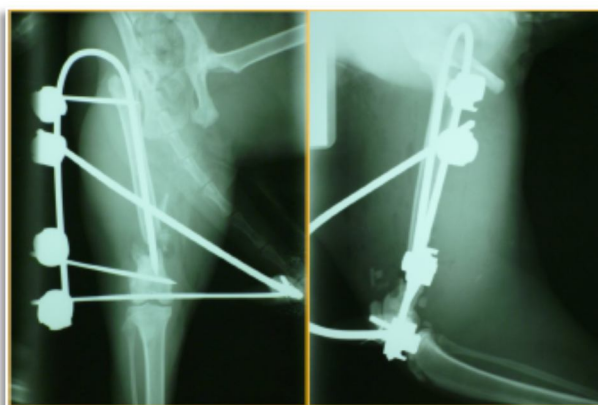
**Figura 28** – A, Fixador externo tipo IA, de rótulas duplas; B, Fixador externo tipo IA, de barra simples; C, Fixador externo tipo IB, vista frontal (esquerda) e vista proximal-distal (direita). Adaptado de Denny & Butterworth (2000).

Outra estratégia para aumentar a estabilidade de uma fratura e a eficácia deste tipo de configuração, é a utilização de uma cavilha intramedular conectada (*tie-in*) à estrutura do fixador externo (figura 29) (Kraus et al., 2003; Matis, 2007; McCartney, 2007; Worth, 2007). Este tipo de configuração é designado Tipo I - *tie-in* (Kraus et al., 2003).



**Figura 29** – Utilização da configuração tipo I - *tie-in*. **Esquerda:** Raio-x antero-posterior de uma fratura de fémur, tratada através de redução fechada e um fixador externo, tipo I *tie-in*, com a barra conectora fabricada em polimetilmetacrilato. Propriedade intelectual do CVC. **Direita:** modelo de uma montagem de um fixador externo tipo I - *tie-in*. Adaptado de Kraus et al. (2003)

Está ainda descrita a utilização de fixadores lineares tipo I modificado, nas quais se coloca uma ou mais cavilhas completas a atravessar o segmento distal da fratura, permitindo o tratamento de fraturas supracondilares e cominutas de fémur e úmero (Lewis, 2009a; Piras, 2010). Nestes casos, uma barra de conexão curva, barras de conexão articuladas e rótulas, ou uma coluna de material acrílico podem ser utilizadas para fazer a conexão entre a porção medial do pino completo transcondilar, e os elementos laterais da construção (figura 30) (Lewis, 2009a).



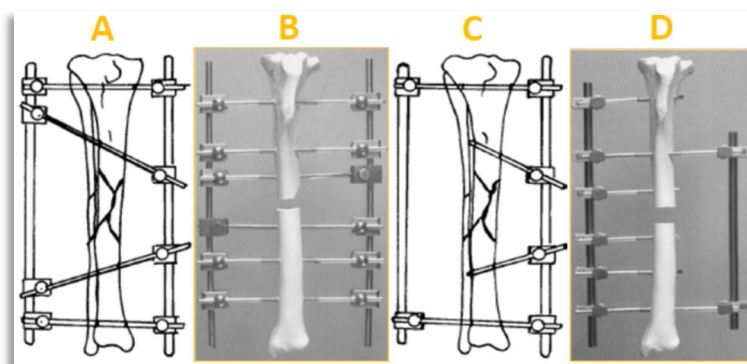
**Figura 30** – Raio-X pós-operatório de uma fratura cominuta, da metáfise distal de fêmur tratada com um fixador externo tipo I modificado. Vista antero-posterior (esquerda) e lateral (direita). Propriedade intelectual do CVC.

### 3.5.3.2 - Tipo II

O fixador externo do tipo II é frequentemente descrito como bilateral e uniplanar (Budsberg, 2005b; Piermattei et al., 2006). Como pressupõe a utilização de cavilhas completas (*full pins*) combinadas, ou não, com meias cavilhas (*half pins*), torna-se aplicável apenas nas regiões distais ao joelho e cotovelo (Budsberg, 2005b; Piermattei et al., 2006). Como tal, torna-se particularmente útil no tratamento de fraturas de rádio e tíbia, reduzidas através de redução fechada (Piermattei et al., 2006). Além da sua utilidade no tratamento de fraturas de ossos longos, este tipo de fixadores pode também ser útil na fixação transarticular de articulações distais ao cotovelo ou joelho (Piermattei et al., 2006).

A distinção entre o Tipo IIa e IIb baseia-se no tipo de cavilhas utilizado. O tipo IIa apenas utiliza cavilhas completas e apresenta alguns problemas técnicos na sua aplicação, uma vez que por vezes é complicado colocar todas as cavilhas no mesmo plano, de forma a permitir a sua ligação às duas barras conectoras (figura 31,A,B) (Piermattei et al., 2006; Scott & McLaughlin, 2007).

O tipo IIb elimina a dificuldade de introduzir mais que duas cavilhas completas no mesmo plano, uma vez que este tipo de fixador utiliza tanto cavilhas completas como meias cavilhas (figura 31,C,D) (Piermattei et al., 2006; Scott & McLaughlin, 2007). No entanto, o preço a pagar por uma aplicação mais fácil é uma ligeira perda em rigidez, quando comparado com o tipo IIa, que apenas utiliza cavilhas completas (Piermattei et al., 2006).

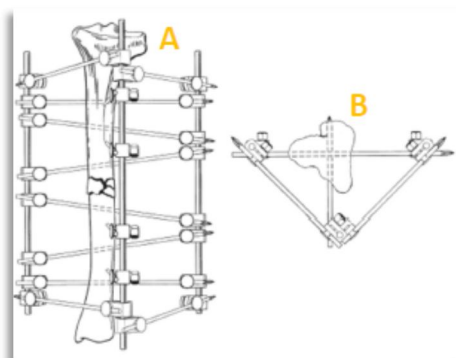


**Figura 31** – A e B: Fixador externo tipo IIA. C e D: Fixador externo tipo IIB. A e C adaptados de Denny & Butterworth (2000); B e D adaptados de Kraus, et al. (2003).

### 3.5.3.3 - Tipo III

Um fixador do tipo I e um do tipo II podem ser combinados para formar um fixador tipo III (figura 32) (Egger, 1998). Este é bilateral e biplanar e, tal como os fixadores tipo II, também só pode ser aplicado distal ao cotovelo e joelho (Budsberg, 2005b).

Sendo dos três aquele que apresenta uma maior resistência e rigidez, bem como o que apresenta a estrutura mais complexa, este tipo de fixador apenas é utilizado em situações de instabilidade extrema e quando uma reparação lenta é esperada (Egger, 1998; Piermattei et al., 2006).



**Figura 32** – Fixador externo tipo III. A, vista frontal; B, vista proximal-distal. Adaptado de Piermattei, et al. (2006).

### 3.5.3.4 - Fixação circular externa

A fixação circular externa tornou-se uma modalidade de tratamento bem estabelecida no alongamento de membros, transporte ósseo e correção de deformidades angulares em cães e gatos (Kirby et al., 2008). Nestas aplicações dinâmicas os componentes da estrutura podem ser manipulados durante o período de convalescença para ajustar progressivamente a posição dos segmentos (Kirby et al., 2008). No entanto, quando utilizados de forma mais estática, os fixadores circulares externos (FCE) podem ser utilizados com eficácia na estabilização de

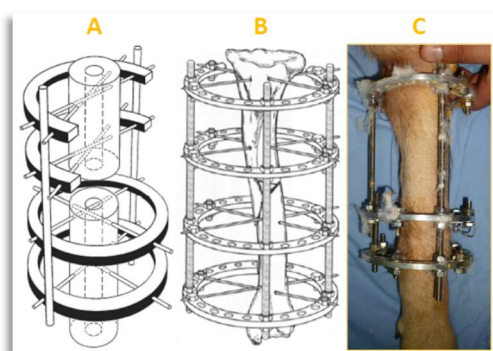
fraturas ou na realização de artrodeses (Piermattei et al., 2006; Kirby et al., 2008; Lewis, 2009b).

A estrutura de um FCE consiste em anéis metálicos, conectados entre si por barras conectoras roscadas (Marcellin-Little, 2004a). Contrastando com os fixadores externos lineares, que dependem da rigidez das cavilhas para fornecer a estabilidade na transição cavilha/osso, o FCE utiliza fios de *Kirschner* de pequeno diâmetro como cavilhas (Lesser, 1998; Piermattei et al., 2006; Lewis, 2009b). A rigidez destes é criada pela tensão que lhes é aplicada quando são conectados ao anel metálico (Lesser, 1998; Marcellin-Little, 2004a; Piermattei et al., 2006; Lewis, 2009b). Eventualmente podem também ser utilizadas cavilhas de pequeno diâmetro para este efeito (Marcellin-Little, 2004a; Ryan et al., 2009).

O uso das barras conectoras roscadas permite que os vários anéis possam ser ajustados para alinhar os fragmentos e provocar compressão ou tensão, conforme o desejado (Piermattei et al., 2006; Lewis, 2009b).

No tratamento de fraturas, os FCE podem ser utilizados em todo o tipo de fraturas não articulares que afetem o antebraço e a perna, bem como em fraturas do pé. O pequeno diâmetro dos fios de *Kirschner* permite a fixação de fragmentos pequenos, o que é útil nas fraturas justa-articulares com formação de um segmento curto (Lewis, 2009b).

A configuração *standard* de um FCE consiste de três ou quatro anéis (figura 33) (Lewis, 2009b). Um único ou dois anéis (preferível), consoante o espaço disponível, são colocados em cada um dos segmentos ósseos maiores, constituindo uma unidade funcional a que se dá o nome de bloco de anéis (*ring block*) (Lewis, 2009b). A estrutura típica de um FCE é então constituída por dois blocos de anéis conectados entre si através de barras roscadas, que apenas se fixam a estes no anel mais intermédio (Lewis, 2009b). Este tipo de configuração permite que a distância entre os segmentos de anéis seja ajustada, provocando compressão ou dos grandes segmentos fraturados (Lewis, 2009b).

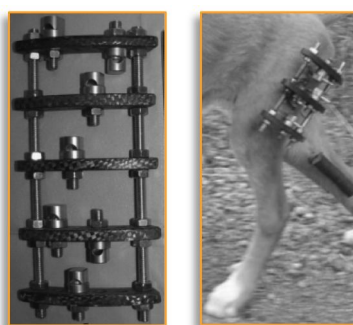


**Figura 33** – Algumas configurações possíveis na utilização de fixadores circulares externos. **A**, Fixador circular externo com anéis completos e incompletos. Adaptado de Piermattei, et al. (2006); **B**, Fixador circular externo, apenas com anéis completos. Adaptado de Marcellin-Little (2003); **C**, Fotografia de um fixador circular externo aplicado para fixação de uma osteotomia corretiva de deformidade angular. Propriedade intelectual do CVC.



A escolha do tipo de anéis a colocar na estrutura depende das particularidades anatómicas da região em questão (Lewis, 2009b). Em fraturas de rádio e tíbia, por exemplo, podem utilizar-se anéis completos na porção mais distal, e meios anéis, ou em ferradura, nos segmentos ósseos mais proximais para evitar lesões dos tecidos moles e perda de mobilidade da articulação do cotovelo ou joelho (figura 33,A, por exemplo) (Lewis, 2009b).

A fixação semicircular unilateral externa, é uma variação da FCE clássica, e permite que este tipo de fixação seja aplicado com sucesso no tratamento de fraturas femorais e umerais (figura 34) (Yardimci et al., 2010; Yardimci et al., 2011). É aplicável a todos os ossos longos, mas torna-se especialmente vantajoso no caso do úmero e fémur, uma vez que este tipo de fixadores utiliza apenas arcos, em vez dos anéis completos ou em ferradura, e meias cavilhas com rosca positiva, em vez dos fios de Kirschner tradicionais da FCE, permitindo uma maior variação nos planos de introdução das cavilhas, relativamente aos fixadores lineares, o que é vantajoso em termos mecânicos e permite minimizar o trespasse de grandes massas musculares (Figura 35) (Yardimci et al., 2010; Yardimci et al., 2011).



**Figura 34** – Fixação externa semicircular unilateral. **Esquerda:** aspeto da montagem de um fixador; **Direita:** Aplicação no membro de um canídeo. Adaptado de Yardimci et al. (2011).

### 3.5.3.5 - Híbridos

A inflamação no trajeto dos fios de *Kirschner*, causada pela passagem destes através do tecido muscular, é uma complicação frequente na utilização de FCE (Lewis, 2009a). Os fios de *Kirschner* que estabilizam a porção proximal do rádio e tíbia são particularmente problemáticos, uma vez que atravessam com frequência grandes músculos (Lewis, 2009a). A aplicação dos fixadores circulares externos tradicionais é também limitada nas regiões proximais ao cotovelo e joelho, devido à anatomia da região que interfere com a colocação de anéis completos (Kirby et al., 2008).

Este tipo de complicações e limitações levou à utilização e desenvolvimento de fixadores circulares híbridos, que recorrem a meias cavilhas (*half-pins*), em vez de fios de *Kirschner*, colocadas de forma linear nas regiões em que é provável a ocorrência de complicações relacionadas com a colocação destes e anéis (figura 36) (Marcellin-Little, 2004a; Lewis, 2009a).



As barras conectoras utilizadas nos fixadores externos híbridos lineares-circulares (FH), são apenas parcialmente roscadas, servindo a parte roscada para acomodar os anéis, enquanto a parte lisa serve para a colocação de rótulas, como as descritas anteriormente para a fixação linear, e introdução de cavilhas no osso (figura 35) (Kirby et al., 2008; Lewis, 2009a).



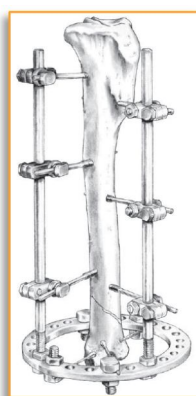
**Figura 35** – Exemplo de barras conectoras utilizadas para construção de fixadores híbridos da marca IMEX®. Figura adaptada de <http://www.imexvet.com/images/imex-catalog.pdf>

Os FH permitem assim a utilização de anéis proximais ao joelho e cotovelo, ao contrário dos FCE e lineares do tipo II e III, que só são aplicáveis em regiões distais a estas articulações (Kirby et al., 2008; Lewis, 2009a).

Além destes benefícios relativos às complicações relacionadas com o trajeto dos implantes, os FH são ainda mais fáceis de aplicar que os FCE, particularmente em cães pequenos e gatos (Kirby et al., 2008).

Caso se considere necessário, as propriedades mecânicas da estrutura podem ser melhoradas adicionando outros elementos, como mais barras conectoras (secundárias e terciárias) bem como meios auxiliares de fixação, como cavilhas intramedulares ou fio de cerclage (Lewis, 2009a).

Como os FH utilizam tanto os fios de *Kirschner* como as cavilhas de maior diâmetro, acabam por beneficiar um pouco das vantagens dos dois tipos de fixação (linear e circular) (figura 36) (Lewis, 2009a).



**Figura 36** – Ilustração de um fixador híbrido para tratamento de uma fratura distal de tíbia. Figura adaptada de <http://www.imexvet.com/images/imex-catalog.pdf>.

### 3.5.4 - Biomecânica e otimização de fixadores externos

As características biomecânicas, como a resistência e a rigidez do fixador externo, bem como a sua interação com o osso, são importantes na reparação de fraturas e na escolha do tipo de fixador a utilizar (Budsberg, 2005b).

A resistência e a rigidez da estrutura são influenciadas por:

- Geometria da estrutura (Budsberg, 2005b; Piermattei et al., 2006)
- Número, diâmetro, comprimento e tipo de cavilhas (meias ou completas, roscadas ou não, e tipo de rosca) (Marcellin-Little, 2003; Budsberg, 2005a,b; Piermattei et al., 2006);
- Modo de colocação das cavilhas (angulação, por exemplo) (Budsberg, 2005a,b; Piermattei et al., 2006);
- Tipo de rótulas (Marcellin-Little, 2003; Budsberg, 2005a; Piermattei et al., 2006);
- Número, tipo, diâmetro e modo de colocação das barras conectoras (Marcellin-Little, 2003; Budsberg, 2005b);
- Capacidade da coluna óssea para suportar parte da carga (Budsberg, 2005b; Corr, 2005; Piermattei et al., 2006);

A geometria de um fixador externo deve ser adaptada às características do paciente (tamanho, idade, comportamento), ao osso em questão, ao tipo de osso (cortical ou esponjoso), e à natureza da fratura (Marcellin-Little, 2003).

Uma noção aproximada da rigidez e resistência estáticas de um fixador linear pode ser dada pela parte numérica da sua classificação sendo a ordem, começando pelo mais “frágil”: tipo Ia, tipo Ib, tipo II, tipo III (Marcellin-Little, 2003; Budsberg, 2005b; Corr, 2005; Piermattei et al., 2006). No entanto, o desempenho nas situações clínicas depende também de muitas outras variáveis.

Os fixadores de tipo I tendem a fracassar devido a forças de flexão aplicadas na barra conectora e que provocam a deformação desta (figura 37,A), o que faz com que a rigidez da barra conectora seja então de extrema importância no sucesso deste tipo de fixadores, uma vez que aumentando a rigidez das barras conectoras, diminuem as cargas axiais no local de fratura, bem como as forças tangenciais que atuam nas cavilhas (Bronson et al., 2003; Piermattei et al., 2006).

O uso de colunas conectoras de maior rigidez permite também o uso de construções menos complicadas, mantendo a eficácia do fixador (Bronson et al., 2003). Algumas estratégias podem ser utilizadas para aumentar a rigidez da barra conectora:

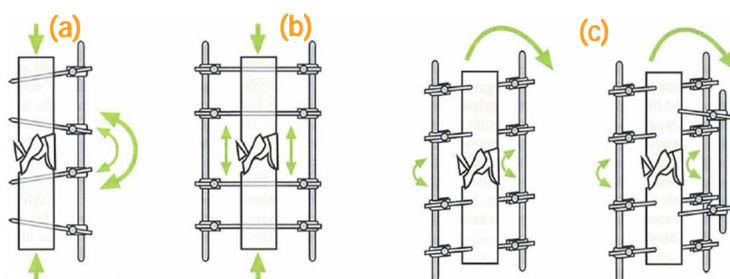
- Adicionar mais barras conectoras (Corr, 2005);
- Aumentar o diâmetro (pode depender também das rótulas) (Budsberg, 2005b);
- Alterar o material da barra conectora (fibra de carbono, titânio e PMMA têm sido utilizados como alternativas ao aço inoxidável) (Amsellem et al., 2010);

- Podem ser adicionadas uma ou duas barras conectoras diagonais, entre as duas colunas conectoras de um fixador externo tipo IB, para aumentar a rigidez deste (Marcellin-Little, 2003);

A utilização de uma cavilha intramedular conectada (*tie in*) à barra conectora do fixador pode também ser vantajosa em termos mecânicos, uma vez que aumenta significativamente a resistência à flexão, principalmente quando se trata de fraturas em ossos, como o fêmur e úmero, em que não é possível a utilização de fixadores bilaterais (Marcellin-Little, 2003; Budsberg, 2005b; Radke et al., 2006; Worth, 2007; Dias & Filho, 2009).

Quanto ao tipo de materiais a utilizar na estrutura da coluna/barra conectora, um estudo realizado com o objetivo de avaliar mecanicamente vários diâmetros de colunas de polimetilmetacrilato (PMMA) e compará-los com barras conectoras de titânio, fibra de carbono e aço inoxidável, concluiu que mesmo as colunas de PMMA com menor diâmetro apresentaram uma resistência e rigidez maiores que as barras de titânio e aço inoxidável testadas (Amsellem et al., 2010). No entanto, quando comparado o maior diâmetro de PMMA com a barra de fibra de carbono, esta última apresentou uma maior rigidez e resistência semelhante à coluna de PMMA (Amsellem et al., 2010). Neste mesmo estudo, verificou-se ainda que a resistência e rigidez das colunas de polimetilmetacrilato aumentam com o aumento do seu diâmetro (Amsellem et al., 2010). Outras vantagens da utilização de colunas de materiais acrílicos, além da sua elevada resistência e radiolucência, incluem a maior leveza destes materiais, o baixo custo, a adaptabilidade a vários diâmetros de cavilhas (mesmo os menores) e a grande variedade de configurações possíveis, o que os torna altamente adaptáveis a diferentes situações de fraturas (Tomlinson, 2005).

Os fixadores tipo II, por sua vez, tendem a falhar por deformação das cavilhas de transfixação e são menos resistentes às forças tangenciais à superfície do osso que o fixador do tipo Ib (figura 37,B) (Budsberg, 2005b). Neste tipo de fixadores, a flexão das barras conectoras pode ocorrer, mas devido a forças que provoquem a flexão num plano que não o do fixador bilateral, e a adição de mais uma barra conectora noutro plano, formando um fixador tipo III, melhora a resistência a este tipo de forças (figura 37,C) (Roe, 1998).

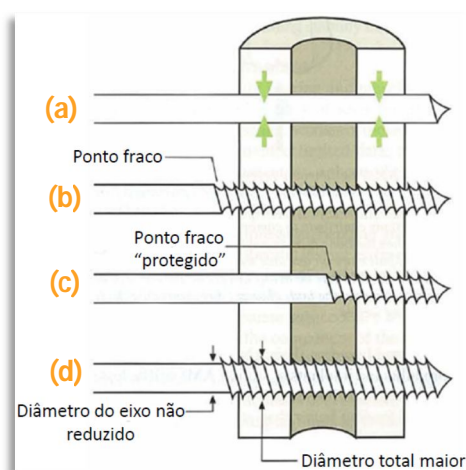


**Figura 37** – Fracasso das estruturas lineares, relacionada com as forças aplicadas. **A:** Forças compressivas resultam na flexão das cavilhas e da própria barra conectora do fixador tipo I; **B:** Num fixador tipo II, a compressão axial resulta na flexão das cavilhas, entre o osso e a barra conectora; **C:** Forças que provoquem a flexão num plano que não o do fixador bilateral resulta na flexão das barras conectoras. A adição de mais uma barra conectora noutro plano melhora a resistência a este tipo de forças. Adaptado de Roe (1998).

A utilização de cavilhas roscadas apresenta vantagens em relação às cavilhas lisas, uma vez que as primeiras apresentam uma maior área de contacto entre a cavilha e o osso, diminuindo o *stress* local nesta interface, preservando-a. Ao preservar a interface cavilha/osso, aumenta-se a durabilidade da fixação e reduzem-se as complicações no pós-operatório (Figura 39) (Marcellin-Little, 2003; Kraus et al., 2003; Corr, 2005; Tomlinson, 2005).

O facto de as cavilhas serem roscadas permite também que estas sejam colocadas em direção paralela entre si e perpendicular ao osso, permitindo assim colocar um maior número de cavilhas por segmento, o que é vantajoso em termos mecânicos (Marcellin-Little, 2003; Budsberg, 2005a; Corr, 2005).

Na comparação entre cavilhas com rosca de perfil positivo e de perfil negativo, as primeiras apresentam uma maior rigidez que as segundas, uma vez que nas de perfil negativo existe uma diminuição do diâmetro do eixo da cavilha na zona roscada, e o *stress* é concentrado na transição entre a zona lisa e a roscada, potenciando a falha da cavilha nesta mesma zona (figura 38) (Marcellin-Little, 2003; Canapp, 2004; Budsberg, 2005a; Roe, 2005).



**Figura 38** – Tipos de cavilhas utilizadas em fixação externa e suas propriedades. **A:** as cavilhas lisas apresentam uma conexão fraca ao osso; **B:** as cavilhas com rosca negativa apresentam uma melhor conexão ao osso, mas são suscetíveis à falha na transição entre a parte lisa e a roscada; **C:** As cavilhas de *Ellis* apresentam a zona de transição entre a parte lisa e a rosca protegida, uma vez que se situa entre as duas corticais do osso; **D:** As cavilhas com rosca positiva, apresentam um maior diâmetro na zona da rosca, o que permite uma melhor conexão ao osso, e como o diâmetro do seu eixo não diminui na transição entre a zona lisa e roscada, não são tão suscetíveis à falha nesta zona como as de rosca negativa. Adaptado de Roe (1998).

Um estudo realizado para avaliar as capacidades mecânicas de um novo sistema de rosca de cavilhas, denominada “*tapered thread-run-out*” (figura 39), no qual foi feita a comparação com meias cavilhas de perfil positivo, concluiu que este novo tipo de cavilhas apresenta uma maior resistência e rigidez quando são aplicadas cargas iguais e, como tal, vantagem na sua utilização em relação às últimas (Griffin et al., 2011). A vantagem deste tipo de cavilhas residirá no formato da sua rosca que permite a distribuição (em vez de concentração) do *stress* na zona de transição entre a parte roscada e a parte lisa da cavilha,

que acaba por ter um diâmetro maior que o eixo da cavilha na parte roscada (à semelhança de uma cavilha com rosca de perfil negativo) (Griffin et al., 2011). No entanto, a influência deste novo tipo de cavilhas em situações clínicas reais não é clara, e estudos futuros serão necessários para avaliar a sua eficácia.



**Figura 39** – Cavilha com rosca de perfil positivo (PP) e com rosca “tapered thread-run-out” (TRO), ambas com o mesmo diâmetro de rosca e eixo. Adaptado de Griffin, et al. (2011)

O revestimento das cavilhas com hidroxiapatite pode também melhorar o desempenho na interface cavilha/osso, devido à osteo-integração da própria cavilha que pode ocorrer (Marcellin-Little, 2003; Lescun, 2010; Saithna, 2010). Estudos revelam também que variações deste revestimento, fluorizando a hidroxiapatite, ou combinando esta com fibronectina, melhoram a adesão da pele à cavilha, selando uma porta de entrada a bactérias e auxiliando na prevenção de complicações relacionadas com infeções do trato das cavilhas (Ge et al., 2010; Pendegrass et al., 2012). No entanto, mais estudos são necessários para perceber a verdadeira utilidade clínica destes factos.

Outro fator com influência na eficácia mecânica de um fixador é a estabilidade da ligação entre a cavilha e a barra conectora, uma vez que a instabilidade num fixador externo pode resultar de enfraquecimento quer na interface da cavilha com o osso, quer na interface entre a cavilha e a barra conectora, sendo que a instabilidade em qualquer um destes pontos pode propagar-se ao outro, causando instabilidade e enfraquecimento deste (Pettine et al., 1993). As rótulas devem ser aplicadas, consoante as vantagens de cada sistema, e de forma a permitir sempre o menor comprimento de cavilha entre o osso e a barra conectora, uma vez que quanto menor o comprimento de cavilha “exposta” (entre o osso e a barra conectora), maior a rigidez desta (Marcellin-Little, 2003; Corr, 2005; Piermattei et al., 2006; Scott & McLaughlin, 2007). As rótulas dos sistemas Securos® e IMEX-SK®, por exemplo, apresentam um mecanismo mais seguro para fazer a ligação entre as cavilhas e a barra conectora que as rótulas do sistema Kirschner-Ehmer (Corr, 2005; Piermattei et al., 2006; Radke et al., 2006).

A utilização de cavilhas que apresentam uma zona serrilhada no seu corpo pode ser vantajosa quando são utilizadas colunas de materiais acrílicos ou resinas, uma vez que melhora a ligação da cavilha à coluna e aumenta as forças necessárias para provocar o arrancamento (Roe, 2005; Case & Egger, 2011).

O posicionamento das cavilhas também afeta as características mecânicas da estrutura. Aumentando a distância entre as cavilhas proximal e distal do mesmo fragmento, aumenta-se a estabilidade da estrutura, enquanto com a distribuição das cavilhas ao longo do eixo longitudinal do osso aumenta a resistência às forças de flexão (Budsberg, 2005b). A colocação de uma cavilha perto do local de fratura aumenta ainda a resistência à rotação (Budsberg, 2005b).

O diâmetro das cavilhas é também importante na rigidez da estrutura e na estabilidade da sua interação com o osso. A rigidez de uma cavilha corresponde à medida do seu diâmetro, elevado à quarta potência (Budsberg, 2005b; Corr, 2005; Piras, 2010). No entanto, o diâmetro ótimo das cavilhas é influenciado principalmente pelo diâmetro do osso, não devendo exceder um valor entre vinte e cinco e trinta por cento do diâmetro deste, uma vez que um diâmetro de cavilha excessivamente grande pode provocar enfraquecimento do osso e pequenas fraturas ao ser colocada, além de que o orifício originado com a sua colocação também pode provocar diminuição da resistência do osso a forças de torção e flexão (Marcellin-Little, 2003; Kraus et al., 2003; Budsberg, 2005b; Corr, 2005).

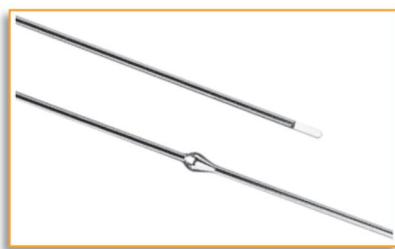
Cavilhas mais rígidas tendem a distribuir a carga mais uniformemente pelas duas interfaces cavilha/osso (nos dois córtex), enquanto as cavilhas menos rígidas, tendem a sofrer movimentos de flexão, transmitindo a carga preferencialmente ao córtex mais próximo da barra conectora, o que causa reabsorção óssea e desprendimento precoce da cavilha (Kraus et al., 2003; Corr, 2005).

No caso dos FCE, tal como nos lineares, a sua estrutura é muitas vezes determinada pela anatomia do membro afetado, bem como pela condição a ser tratada. O tipo, número e posição dos anéis e fios de *Kirschner* são os principais aspetos a ser influenciados por estes fatores (Cross et al., 2004).

Neste tipo de fixadores, bem como no caso dos FH, a utilização de fios de *Kirschner* (em vez de cavilhas) e anéis, altera as características biomecânicas, relativamente aos fixadores lineares. A estrutura circular do anel proporciona uma excelente estabilidade contra forças de torção e flexão, enquanto os fios de *Kirschner* sob tensão providenciam a rigidez axial permitindo, no entanto, algum grau de micromovimentação axial no foco de fratura que é benéfico para a formação e consolidação rápida do calo ósseo (Lesser, 1998; Wosar, 2007; Kirby et al., 2008; Lewis, 2009b; Piras et al., 2011).

Cross, 2004 concluiu que os FCE em que se utilizam apenas blocos de anéis (*ring blocks*) de anéis completos, apresentam uma rigidez significativamente superior às observadas quando se utilizam anéis de cinco oitavos e são aplicadas cargas axiais, constatando mesmo que os blocos construídos com apenas um anel completo demonstram uma maior rigidez que as configurações com dois anéis de cinco oitavos (Cross et al., 2004). Como tal, e como a adição de anéis à estrutura, bem como a adição de mais fios de *Kirschner* em cada anel, aumentam a estabilidade da estrutura, é aconselhável a adição de mais um fio de *Kirschner*, sempre que sejam utilizados anéis de cinco oitavos (Cross et al., 2004; Lewis, 2009b). A

utilização de fios de kirshner com oliva (figura 40) também aumenta a estabilidade no local da fratura (Cross et al., 2004; Wosar, 2007; Lewis, 2009b).



**Figura 40** – Fio de *Kirschner* liso (cima) e com oliva (baixo). Adaptado de <http://www.imexvet.com/images/imex-catalog.pdf>.

A angulação entre os fios de *Kirschner* deve ser, sempre que possível, entre sessenta e noventa graus para providenciar a estabilidade máxima à estrutura (Lewis, 2009b).

Uma tensão adequada dos fios de *Kirschner* aumenta a estabilidade da estrutura (Lewis, 2009b), não havendo interferência pelo facto destes, dentro do mesmo anel, serem colocados sob tensão simultaneamente ou alternadamente (Ryan et al., 2009).

Num estudo realizado para determinar os efeitos do diâmetro do anel e da tensão aplicada nos fios de *Kirschner* nas propriedades biomecânicas axiais das estruturas, concluiu-se que tanto o diâmetro do anel, como a tensão dos fios de *Kirschner* têm um efeito significativo na rigidez da estrutura (Cross et al., 2001). À medida que o diâmetro do anel aumenta, a rigidez da estrutura diminui, e o efeito provocado pelo aumento da tensão nos fios de *Kirschner* diminui (Cross et al., 2001). Como tal, com o aumento do diâmetro do anel, a aplicação de tensão nos fios de *Kirschner* torna-se ainda mais importante (Cross et al., 2001). O diâmetro do anel escolhido deve ser, por isso, o menor possível, devendo-se deixar sempre um espaço entre a pele e o anel de um a dois centímetros, devido à inflamação de tecidos moles que é esperada no pós-operatório (Lewis, 2009b).

Os anéis e restantes componentes utilizados na FCE e FH são, normalmente, fabricados em metal, contudo, este tipo de material pode interferir com a Figura radiográfica e dificultar a observação da fratura (Rovesti, 2010). Rovesti, 2010, num estudo comparativo realizado com o objetivo de avaliar a possibilidade de utilizar outros materiais no fabrico destes componentes, concluiu que a resina epóxi com fibras de carbono apresenta características mecânicas e radiográficas (radiolúcidas), que permitem o seu uso no fabrico de anéis para FCE ou FH, sempre que a Figura radiográfica da área possa ser comprometida pela sobreposição destes componentes (Rovesti, 2010).



### 3.5.5 - Princípios de aplicação

A primeira decisão a ser tomada na aplicação de um fixador externo é, tal como já foi referido, o tipo de redução e abordagem que vai ser utilizada. Devido à sua versatilidade, os fixadores externos permitem a utilização tanto de uma redução aberta, com reconstrução anatómica dos fragmentos, como uma redução fechada ou minimamente invasiva (Piermattei et al., 2006). O ideal será que se atinja uma redução suficiente para permitir uma divisão da carga entre o fixador e o osso, permitindo assim a utilização de estruturas mais simples e reduzindo as complicações relacionadas com o enfraquecimento da ligação entre a cavilha e o osso (Piermattei et al., 2006).

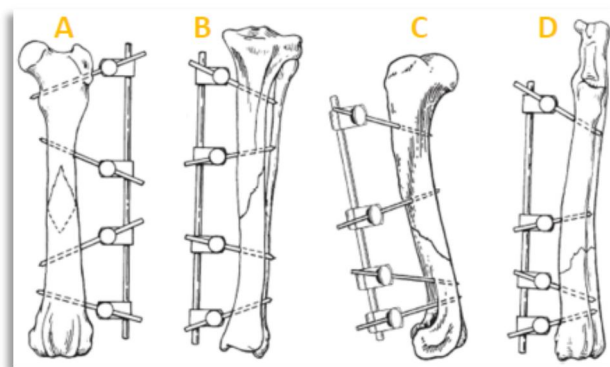
Algumas considerações básicas devem ser tomadas em conta na aplicação dos fixadores externos:

1. **Utilizar sempre uma técnica asséptica.** Inclui a preparação do paciente, sala de cirurgia, equipamento e cirurgião (Marcellin-Little, 2003; Canapp, 2004; Piermattei et al., 2006).
2. **Introduzir as cavilhas na superfície óssea indicada, tendo em consideração os corredores de segurança para a sua colocação.** Marti & Miller (1994a,b), através da dissecação de membros caninos, utilizaram o termo corredor de segurança para definir o trajeto de uma cavilha que é introduzida pela pele e osso, sem penetrar estruturas neurovasculares ou grupos musculares.

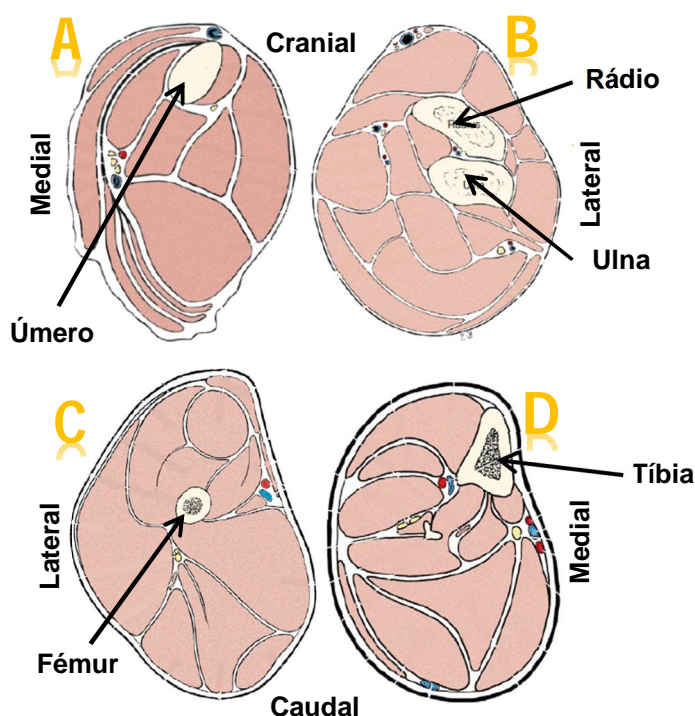
Algumas complicações relacionadas com o trespassse de tecidos moles podem ser minimizadas se o fixador for colocado de forma a permitir a introdução das cavilhas atravessando apenas a pele e diretamente o osso (Carmichael, 2005; Piermattei et al., 2006).

No caso da tíbia, os fixadores externos unilaterais devem ser colocados do seu lado medial, enquanto no rádio a colocação é craniomedial ou medial, craniolateral no caso do úmero e lateral no caso do fémur (nestes dois últimos, a penetração do tecido muscular é inevitável, mas estas superfícies reduzem a espessura deste ao mínimo) (figura 41 e 42) (Piermattei et al., 2006).





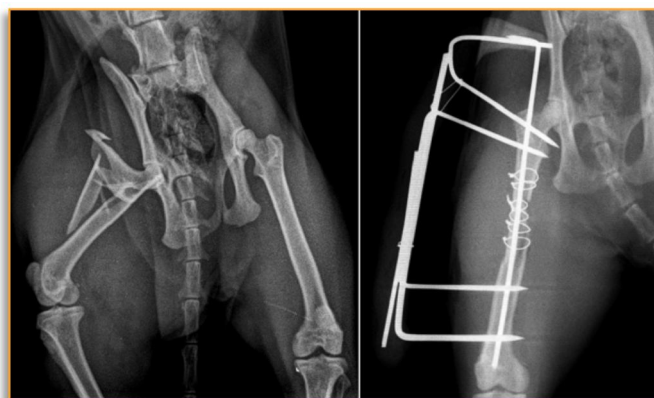
**Figura 41** – Localização preferencial para colocação de fixador externo tipo Ia. **A**, superfície lateral do fêmur; **B**, superfície medial da tíbia; **C**, superfície craniolateral do úmero; **D**, superfície craniomedial do rádio. Adaptado de Piermattei, et al. (2006).



**Figura 42** – Anatomia seccional de algumas regiões do membro canino. Note-se a localização das estruturas musculares e neurovasculares, em relação aos planos recomendados para colocação das cavilhas. **A**: secção transversa do braço direito (diáfise umeral); **B**: secção transversal do terço proximal do antebraço direito (terço proximal de rádio e ulna); **C**: secção transversal da coxa esquerda; **D**: secção transversal da região tibial esquerda. Adaptado de Evans & Lahunta (2010)

3. **Utilizar a configuração de fixador externo adequada.**
4. **Meios de fixação auxiliares devem ser utilizados sempre que indicados.**  
Caso o objetivo do tratamento das fraturas seja a estabilização rígida e absoluta, com um espaço mínimo entre os principais fragmentos, a fixação auxiliar (parafusos de compressão, cavilhas intramedulares, fios de *Kirschner*, fio de cerclage) pode ser vantajosa para a manutenção da redução durante a introdução das cavilhas de

transfixação ou no auxílio da estabilização no pós-operatório (figura 43) (Piermattei et al., 2006). No entanto, meios auxiliares rígidos como os parafusos de compressão e fio de cerclagem devem ser utilizados com prudência, uma vez que se podem tornar “concentradores de *stress*”, causando fraturas secundárias ou enfraquecimento do implante devido a reabsorção óssea (Piermattei et al., 2006). A alteração do ambiente biológico no local de fratura, também deve ser considerada aquando da escolha e aplicação deste tipo de fixação (Piermattei et al., 2006).

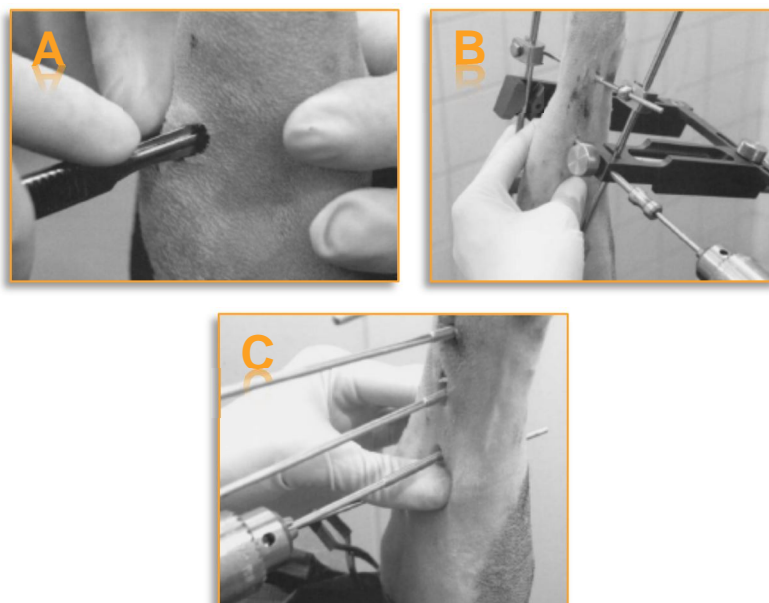


**Figura 43** – Exemplo da utilização de fio de cerclagem como meio auxiliar de fixação para manutenção do alinhamento de uma fratura. Projeção antero-posterior de fratura cominuta de terço proximal de fêmur. Raio-x pré-operatório (esquerda) e pós-operatório (direita). Propriedade intelectual do CVC.

**5. A redução das fraturas deve ser mantida durante a montagem e aplicação do fixador.** Este princípio, além de melhorar a redução da fratura, permite que os tecidos moles retomem posições mais fisiológicas, auxiliando na prevenção de complicações relacionadas com o seu trespassse pelas cavilhas (Piermattei et al., 2006).

**6. Inserir as cavilhas com a técnica correta e de forma a evitar a distorção dos tecidos moles.** Os tecidos moles devem ser afastados (incisão na pele e dissecação romba do músculo) ou deve ser utilizada uma guia de broca, de forma a introduzir a cavilha diretamente no osso e evitar a lesão de tecidos (figura 44,A,B) (Kraus et al., 2003; Corr, 2005; Piermattei et al., 2006). Caso não seja possível utilizar a guia, fazendo pressão com o dedo perto do local de colocação da cavilha, minimiza os danos nos tecidos moles, enquanto esta é introduzida (figura 44,C) (Kraus et al., 2003). Sempre que possível, deve-se também introduzir as cavilhas entre os grupos musculares e tendões (Piermattei et al., 2006). Caso seja utilizada redução aberta, as cavilhas não devem ser colocadas através do acesso cirúrgico e todos os meios auxiliares para melhorar a visibilidade do campo devem ser retirados antes da sua colocação, para diminuir a distorção dos tecidos moles (Piermattei et al., 2006; Scott & McLaughlin, 2007). Caso não seja evitável a sua introdução

através do acesso cirúrgico, esta deve ser realizada de forma a permitir a penetração do músculo, sem que haja distorção (Piermattei et al., 2006).



**Figura 44** – Métodos para evitar a distorção de tecidos moles durante a introdução das cavilhas. **A:** realizar uma incisão na pele e tecidos moles no local onde vai ser introduzida a cavilha; **B:** Utilizar uma guia para proteger os tecidos moles; **C:** Caso não seja possível utilizar a guia, fazendo pressão com o dedo perto do local de colocação da cavilha, minimiza os danos nos tecidos moles, enquanto esta é introduzida. Adaptado de Kraus et al. (2003).

Deve ser utilizado um berbequim de baixas rotações (50 a 150 rpm) ou o punho manual, uma vez que velocidades maiores criam uma quantidade de calor não desejável, que pode provocar necrose térmica do osso e enfraquecimento da ligação cavilha/osso (Kraus et al., 2003; Corr, 2005; Piermattei et al., 2006; Scott & McLaughlin, 2007).

Este tipo de temperaturas são extremamente fáceis de atingir, uma vez que basta uma temperatura tão baixa como cinquenta graus Celsius, para que o osso sofra danos microvasculares, consequente reabsorção e substituição por tecido fibroso que permite a micromovimentação da cavilha que, por sua vez, leva a mais danos no osso e consequente reabsorção (Kraus et al., 2003).

Outras técnicas para prevenir, ou pelo menos diminuir, as temperaturas elevadas durante a introdução das cavilhas incluem a irrigação contínua das cavilhas (muitas vezes ineficaz) ou a realização de um orifício guia com uma broca de menor diâmetro que a cavilha (cerca de 98% desta), sendo esta a técnica de eleição para este efeito (Kraus et al., 2003; Scott & McLaughlin, 2007).

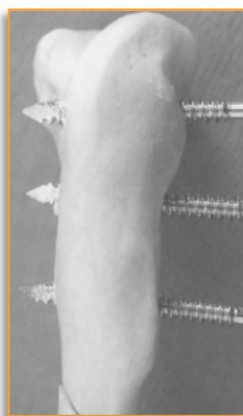
O ponto de inserção das cavilhas deve ser o centro do osso, de forma a maximizar a distância entre as duas corticais e permitir uma melhor estabilização da cavilha (Piermattei et al., 2006).

A utilização de cavilhas com ponta de trocar é preferida, sendo que aquelas cujo trocar é mais longo são melhores, uma vez que permitem uma melhor e mais rápida penetração do osso (Piermattei et al., 2006).

As cavilhas com rosca de perfil positivo, não devem ser diretamente introduzidas no osso, uma vez que estas podem originar microfraturas do córtex no ponto de entrada e saída (Kraus et al., 2003; Piermattei et al., 2006). Este facto pode ser evitado fazendo antes um orifício guia, que tenha um diâmetro cerca de dez por cento inferior ao diâmetro da cavilha roscada que vai ser introduzida (Corr, 2005; Piermattei et al., 2006).

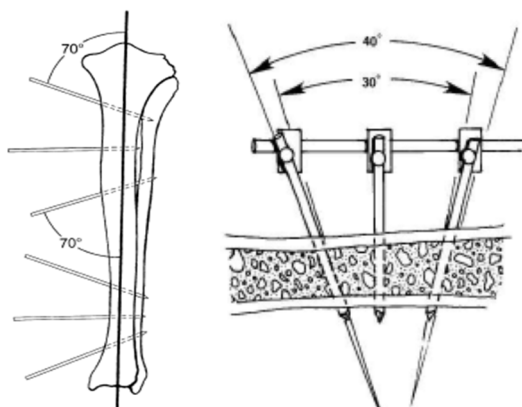
**7. As cavilhas devem atravessar sempre as duas corticais do osso.** Qualquer cavilha que não seja inserida de forma a atravessar as duas corticais, não apresenta a estabilidade necessária e não cumpre a sua função (figura 45) (Corr, 2005; Piermattei et al., 2006; Scott & McLaughlin, 2007).

No caso de meias cavilhas, o comprimento destas que deve sair da segunda cortical é o comprimento da ponta de trocar (figura 45) e, caso sejam introduzidas demasiado, estas devem ser deixadas na posição obtida, se possível, uma vez que a retirada de parte da cavilha enfraquece a interface cavilha/osso (Piermattei et al., 2006; Scott & McLaughlin, 2007).



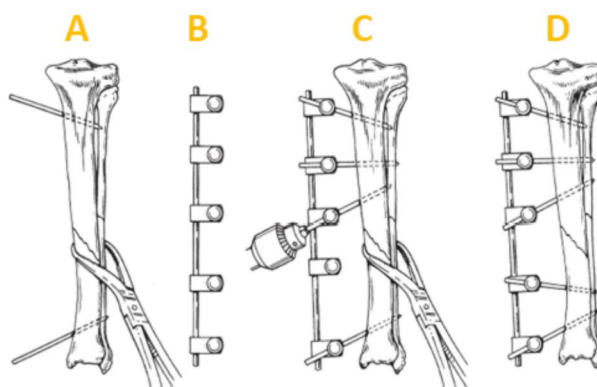
**Figura 45** – Colocação correta de meias cavilhas. Adaptado de Kraus, et al., 2003

**8. Cavilhas lisas ou com rosca de perfil negativo devem ser colocadas com angulação de setenta graus, em relação ao eixo longo do osso, e divergentes entre si** (figura 46). As cavilhas colocadas com esta angulação proporcionam a máxima rigidez e resistência ao arrancamento do osso (Corr, 2005; Piermattei et al., 2006).



**Figura 46** – Angulação correcta para colocação de cavilhas lisas. **Esquerda:** A cavilha mais proximal e mais distal de cada segmento, devem ser inseridas com uma angulação de setenta graus, em relação ao eixo longo do osso. Adaptado de Piermattei, et al. (2006). **Direita:** Divergência dos ângulos de colocação das cavilhas lisas para evitar o desprendimento do osso. Adaptado de Egger (1998).

9. **Inserir todas as cavilhas relacionadas no mesmo plano.** Através deste procedimento, todas as cavilhas podem ser conectadas à mesma barra conectora, evitando a utilização de rótulas duplas e, caso ocorra inflamação e tumefação dos tecidos moles, as rótulas podem ser ajustadas sem que afetem a redução da fratura (Piermattei et al., 2006). O procedimento de montagem de uma barra conectora está ilustrado na figura 47.



**Figura 47** – Montagem de fixador externo tipo Ia, para tratamento de uma fratura oblíqua da diáfise tibial. **A,** A fratura é reduzida e a redução é mantida durante a aplicação das cavilhas. As cavilhas proximal e distal são colocadas; **B,** As rótulas são montadas na barra conectora; **C,** As rótulas são conectadas às cavilhas proximal e distal. As três cavilhas restantes são inseridas através das rótulas e osso; **D,** Todas as rótulas são ajustadas. Adaptado de Piermattei, et al. (2006).

10. **As cavilhas devem ser colocadas na localização correcta do fragmento.** A estabilidade máxima é alcançada através da inserção das cavilhas junto às extremidades (proximal e distal) do fragmento ósseo (Piermattei et al., 2006). No entanto, deve-se manter uma distância entre a última cavilha e o foco de fratura de cerca de metade do diâmetro do osso. Fissuras do córtex também devem ser evitadas (Corr, 2005; Piermattei et al., 2006).

Uma vez que o córtex é mais fino na metáfise proximal do úmero e tíbia, bem como na metáfise distal do fémur, é de evitar a colocação de cavilhas lisas ou com rosca de perfil negativo, uma vez que este tipo de cavilhas tem pouca capacidade de ligação no osso esponjoso (Piermattei et al., 2006; Piras, 2010).

**11. Inserir sempre, no mínimo, duas a quatro cavilhas em cada um dos fragmentos principais.** Biomecânicamente, a principal vantagem da utilização de mais cavilhas por fragmento, é a diminuição das forças aplicadas na interface cavilha/osso a que cada cavilha está sujeita durante a reparação óssea (Kraus et al., 2003; Piermattei et al., 2006). No entanto, fatores como a morfologia do osso ou o tamanho do fragmento, por exemplo, muitas vezes limitam o número de cavilhas que podem ser colocadas e, como tal, na prática aceita-se um número entre duas a quatro cavilhas por segmento principal como sendo apropriado (Kraus et al., 2003). Caso seja previsível uma reparação lenta, quer por fragmentação, contaminação ou idade avançada, devem ser colocadas mais cavilhas por segmento (Piermattei et al., 2006).

**12. Diâmetro adequado de cavilhas e barras conectoras.**

**13. Colocar as barras conectoras de forma a permitir uma distância ótima entre as rótulas e a pele.** A distância depende do tamanho do animal e previsão de inflamação pós-cirúrgica mas, normalmente, uma distância entre dez e treze milímetros é considerada aceitável (Piermattei et al., 2006). A inflamação pós-cirúrgica pode provocar a necessidade de reajustar a distância, uma vez que a pressão pode resultar em necrose dos tecidos moles (Piermattei et al., 2006).

Além deste facto, tal como já foi referido anteriormente, deve-se ter em atenção que quanto menor o comprimento de cavilha exposto entre o osso e a barra conectora, maior é a sua rigidez.

A aplicação de polimetilmetacrilato pode ser feita moldando manualmente ou enchendo tubos de plástico com a mistura viscosa formada, dando forma à coluna que faz a união entre as cavilhas. No entanto, atenção deve ser dada ao facto de existir uma reação exotérmica característica deste material (polimerização dos monómeros de metilmetacrilato), que pode provocar lesão e necrose térmica dos tecidos moles e osso, devido à condução térmica através das cavilhas de transfixação (Martinez et al., 1997; Scott & McLaughlin, 2007).

#### 3.5.5.1 - Aplicação de fixação circular externa e híbrida

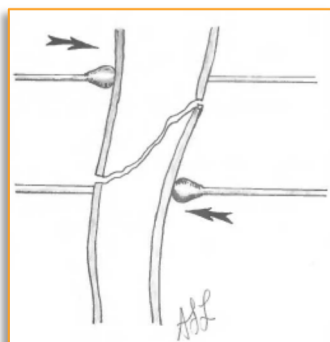
No caso da fixação circular externa o tempo de cirurgia pode ser reduzido, construindo a estrutura antes desta, fazendo apenas pequenos ajustes durante a cirurgia, se necessário (Lewis, 2009b). Deve-se ter em consideração que o anel mais proximal e o mais distal devem ser colocados perto das respetivas metáfises, e os anéis intermédios no osso intacto dos fragmentos adjacentes ao foco de fratura (este tipo de configuração é denominada “longe-perto-perto-longe”) (Lewis, 2009b).



A estrutura é então colocada em torno do membro, e um fio de *Kirschner* é introduzido paralelamente às superfícies articulares do osso fraturado noanel mais proximal e mais distal (Lewis, 2009b). Os fios de *Kirschner* devem sempre ser introduzidos em sentido medial para lateral e de forma a evitar a penetração de grandes massas musculares (Lewis, 2009b).

Caso os principais fragmentos da fratura estejam sobrepostos, distensão pode ser aplicada pelos blocos de anéis, proximal e distal, ajustando as porcas que prendem os anéis às barras conectoras, para alongar a estrutura e auxiliar na redução da fratura (Lewis, 2009b).

No processo de redução e reconstrução da fratura, o deslocamento lateral ou medial de um fragmento ao longo do eixo do fio de *Kirschner*, caso seja necessário, pode ser conseguido pela simples aplicação de pressão digital nos segmentos ósseos, fazendo-os deslizar ao longo do fio de *Kirschner* ou, alternativamente, um fio de *Kirschner* com oliva pode ser utilizado para deslocar os segmentos ósseos, uma vez que quando é aplicada a tensão neste tipo de fio, o segmento em que está colocado, vai ser traccionado para a posição pretendida quando se aplica a tensão no fio de *Kirschner* (figura 48) (Lewis, 2009b). Através deste mesmo princípio, pode também ser aplicada compressão entre fragmentos, como ilustra a figura 48 (Lesser, 1998).



**Figura 48** – Manipulação dos fragmentos ósseos, com recurso a fios de Kirschner com oliva. Este tipo de fios de Kirschner podem ser utilizados também para aplicar compressão entre fragmentos. Adaptado de Lesser (1998).

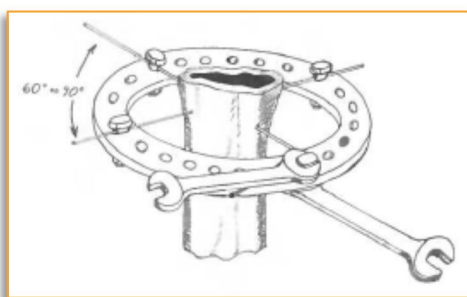
Caso seja necessário o deslocamento caudal ou cranial de um segmento, pode também ser utilizado um fio de *Kirschner* com oliva, para realizar tração, ou um fio de *Kirschner* normal que é colocado no osso e ligado ao anel metálico formando um arco (Lewis, 2009b). Quando é aplicada tensão neste fio de *Kirschner*, o arco é desfeito e o segmento é deslocado para a posição desejada (Lewis, 2009b).

Assim que a redução conseguida por este processo seja aceitável, os restantes fios de *Kirschner* são colocados, para completar a estrutura, em planos paralelos à superfície dos anéis (Lewis, 2009b). É necessário ter atenção ao deslocamento que os segmentos vão sofrer quando for aplicada tensão nos fios de *Kirschner* que os fixam, caso estes tenham algum grau de arqueamento quando são aplicados e ligados ao anel (Lewis, 2009b).

Os fios de *Kirschner* devem estar orientados num ângulo de sessenta a noventa graus entre si, sempre que possível, para providenciar a máxima estabilidade (figura 49) (Lesser,

1998; Lewis, 2009b). Caso não seja possível e a angulação seja inferior a sessenta graus, fios de kirshner com oliva podem ser utilizados com o objetivo de minimizar o deslocamento dos fragmentos, caso se considere necessário (Lewis, 2009b).

Uma tensão adequada dos fios de *Kirschner* aumenta a estabilidade da estrutura (Lewis, 2009b), não havendo interferência do facto de os fios de *Kirschner* serem colocados sob tensão simultaneamente ou alternadamente (Ryan et al., 2009). A tensão adequada dos fios de *Kirschner* e o diâmetro apropriado destes é influenciada principalmente pelo peso do animal (tabela 32). Existem instrumentos próprios para aplicação de tensão nos fios de *Kirschner*, que normalmente são calibrados consoante o diâmetro do anel. No entanto, uma forma simples de aplicar tensão no fio de *Kirschner* é ir rodando o parafuso por onde este passa, à medida que é apertada a porca (figura 49) (Lesser, 1998).



**Figura 49** – Angulação dos fios de *Kirschner* e ajuste do parafuso e porca para provocar tensão nestes. Adaptado de Lesser (1998).

**Tabela 32** – diâmetros e tensões adequadas dos fios de *Kirschner* em FCE. Informação retirada de Lewis et al. (1998)

\* anéis parciais têm uma tensão máxima de 30 Kg, independentemente do peso do animal.

Peso do animal	Diâmetro de fio de Kirschner	Tensão adequada *
Até 5 Kg	1,0 mm	0 Kg
Entre 5 e 10 Kg	1,0 mm	20 a 30 Kg
Entre 10 e 20 Kg	1,2 mm	30 a 60 Kg
Acima de 20 Kg	1,5 ou 1,6 mm	60 a 90 Kg

Não se devem cortar ou dobrar os fios de *Kirschner* antes da avaliação radiográfica, uma vez que se torna mais complicado realizar ajustes, caso seja necessário (Lewis, 2009).



### 3.5.6 - Complicações da fixação externa

As complicações relacionadas com o uso ou aplicação da fixação externa podem ser divididas em três áreas principais: lesão de tecidos moles, falha na manutenção da estabilidade e infecção (Kraus et al., 2003). No entanto, há que ter em mente que esta divisão é útil em termos de organização, mas não demonstra perfeitamente as inter-relações que existem entre as várias complicações e o caráter multifatorial de algumas delas (figura 50).

Tal como referido anteriormente, o trespasse e consequente fixação, ou lesão, dos tecidos moles (tendões, vasos sanguíneos, nervos e músculo) com a colocação das cavilhas é uma complicação frequente da fixação externa (Kraus et al., 2003). Enquanto o trespasse de tendões não apresenta, normalmente, sequelas após a retirada das cavilhas e sutura do tendão (caso necessário), a lesão de nervos periféricos raramente apresenta potencial de recuperação ou restauro da função neurológica, dependendo o prognóstico do nervo em questão e do grau de lesão (Kraus et al., 2003). A lesão do nervo normalmente ocorre por enrolamento deste em torno da cavilha à medida que esta é introduzida, produzindo um misto de estiramento e esmagamento num comprimento considerável do nervo (Kraus et al., 2003).

O trespasse de músculos durante a colocação de cavilhas é muitas vezes inevitável, devido à anatomia do membro, que apresenta poucas regiões em que a localização do osso seja imediatamente subcutânea (Kraus et al., 2003). As consequências do trespasse de músculo incluem défices de função, caso o músculo seja trespassado na sua porção média ou um músculo móvel seja fixo ao osso subjacente, e alterações no trato do pino (discutidas mais à frente neste capítulo) (Kraus et al., 2003). As cavilhas que trespassam o músculo junto à inserção/origem deste apresentam uma menor morbilidade (Kraus et al., 2003).

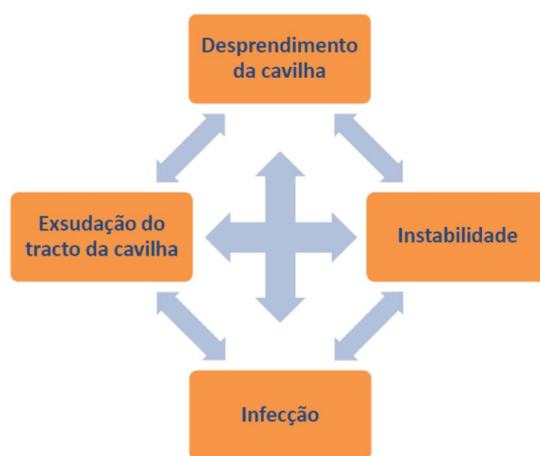
A hemorragia aguda associada à perfuração de grandes vasos apenas ocorre quando as cavilhas são colocadas em localizações inapropriadas, contudo, ocasionalmente podem ocorrer hemorragias profusas com a colocação da cavilha no osso, ou perfuração do osso com broca (Kraus et al., 2003). Nesse caso, a cavilha deve ser retirada e a hemorragia controlada (Kraus et al., 2003). As hemorragias tardias são tipicamente observadas entre o sétimo dia e a sexta semana, após a colocação da cavilha, estando a maioria das vezes associadas à porção medial de cavilhas completas colocadas no rádio proximal (Kraus et al., 2003). A hemorragia, neste caso, é devida a erosão de um ramo da artéria mediana contra a cavilha (Kraus et al., 2003). O tratamento requer a remoção da cavilha e aplicação de um penso compressivo durante umas horas, até que a hemorragia seja controlada (Kraus et al., 2003).

A falha prematura do próprio fixador é, quase sempre, resultado de erros técnicos na sua montagem ou escolha (Kraus et al., 2003; Corr, 2005). A montagem de uma estrutura que seja demasiado pequena, ou com rigidez e/ou resistência insuficientes para contrariar as forças que atuam no foco de fratura durante a sua reparação, irá invariavelmente levar à ocorrência de complicações (Kraus et al., 2003). A quebra de cavilhas, por exemplo, é uma complicação relativamente rara, desde que o tipo e diâmetro apropriados sejam utilizados (Kraus et al., 2003; Corr, 2005). No caso de quebra de uma cavilha, o tratamento passa por tentar removê-la

(Kraus et al., 2003). No entanto, como as cavilhas geralmente se partem junto ao córtex, pode ser difícil a remoção destas e, como tal, podem ser deixadas no local sem que se esperem mais complicações (Kraus et al., 2003).

O arrancamento de cavilhas, por sua vez, também reflete uma má escolha destas ou uma falha na sua colocação, uma vez que ocorre principalmente quando pinos lisos são colocados em sentido paralelo entre si (Kraus et al., 2003).

O enfraquecimento prematuro da ligação entre a cavilha e o osso (desprendimento da cavilha) é uma complicação extremamente comum na fixação externa, e os fatores que contribuem para o seu aparecimento relacionam-se de forma complexa (Kraus et al., 2003).



**Figura 50** - Fatores mais importantes que contribuem para o desprendimento prematuro das cavilhas, e relação entre si. Adaptado de Kraus et al. (2003).

A causa mais comum de morbilidade após a aplicação de um fixador externo é a drenagem de exsudado a partir do trato das cavilhas (Kraus et al., 2003; Piermattei et al., 2006). Este problema está associado ao movimento excessivo de pele e tecidos moles mais profundos, exercendo pressão nas cavilhas, ou ao desprendimento e movimento destas (Kraus et al., 2003; Piermattei et al., 2006). Este movimento dos tecidos moles, ou da própria cavilha, prolonga a fase de desbridamento da reparação e resulta na exsudação contínua através do trajeto da cavilha (Piermattei et al., 2006). Adicionalmente, neste processo, existe sempre algum grau de contaminação bacteriana do trato da cavilha a partir da pele e meio exterior (Piermattei et al., 2006).

É importante distinguir a exsudação simples com drenagem do trato das cavilhas, da verdadeira infeção. No caso da exsudação/drenagem do trato, os sinais clínicos observáveis podem ser:

- Contaminação bacteriana da superfície na transição entre a cavilha e a pele (Kraus et al., 2003)
- Pouco tecido de granulação (Kraus et al., 2003)
- Exsudado seroso e claro (Kraus et al., 2003)

- Indolor (Kraus et al., 2003)
- Não existe, normalmente, desprendimento da cavilha (Kraus et al., 2003)

A severidade destes sinais clínicos é proporcional à quantidade/profundidade e mobilidade dos tecidos moles trespassados pela cavilha (Kraus et al., 2003).

A colocação cuidadosa das cavilhas, evitando tecidos moles deslocados e grandes músculos permite, na maioria dos casos, minimizar este problema (Piermattei et al., 2006). No entanto, em algumas localizações, como no fémur, o movimento dos tecidos moles em torno da cavilha é inevitável e expectável (Piermattei et al., 2006). Como tal, a exsudação e drenagem pode ser vista, não como uma complicação, mas sim como uma consequência, a maioria das vezes inevitável, da transfixação de tecidos moles (Kraus et al., 2003).

Como tratamento são recomendados inicialmente, a restrição de movimentos e limpeza do local das cavilhas com peróxido de hidrogénio (2%) e soluções de iodopovidona e, se este procedimento não for eficaz no controlo da drenagem, pode também ser aplicado um penso almofadado que provoque compressão dos tecidos moles, promovendo a imobilização destes em torno do pino, e minimizando a contaminação bacteriana (Corr, 2005; Piermattei et al., 2006).

Um exsudado moderado a partir das cavilhas não está obrigatoriamente associado com uma perda de função do membro e do fixador, desde que as cavilhas se mantenham estáveis e a pele em torno destas saudável (Piermattei et al., 2006). Caso exista perda de função do membro e o exsudado não diminua com as medidas acima descritas, deve-se suspeitar de infeção do trato da cavilha (Piermattei et al., 2006). Os sinais clínicos associados a esta infeção podem ser:

- Colonização bacteriana da interface cavilha/pele (Kraus et al., 2003)
- Dor (Kraus et al., 2003)
- Exsudado purulento em torno da cavilha (Kraus et al., 2003)
- Frequentemente existe desprendimento da cavilha (Kraus et al., 2003)

Nos casos em que não existe desprendimento da cavilha, o tratamento passa por assegurar a drenagem em torno desta, incidindo a pele de cada lado, bem como pela aplicação de antibióticos tópicos e lavagem da região que devem ser realizados diariamente (Piermattei et al., 2006). A administração de antibióticos sistémicos durante alguns dias é útil no controlo da infeção. No entanto, as culturas e testes de sensibilidade a antibióticos normalmente não são muito úteis, uma vez que muitos micro-organismos presentes na pele irão estar também presentes na amostra colhida, sendo seguro assumir que as espécies de *Staphylococcus spp.* são a causa mais frequente do exsudado e deve-se seleccionar o antibiótico com base nesse facto (Piermattei et al., 2006). Nos casos de infeção do trato em que haja desprendimento do pino, este deve ser removido, sendo o restante tratamento semelhante ao descrito anteriormente (Kraus et al., 2003).

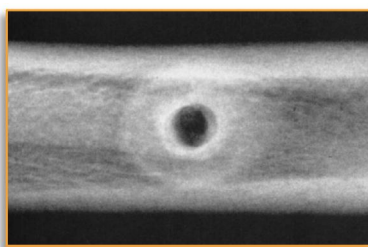
Uma vez que a cavilha se encontre solta, o único tratamento possível é a sua remoção e a drenagem do exsudado acaba por resolver rapidamente mas, caso exista desprendimento

de demasiadas cavilhas, a estabilidade no foco de fratura pode ser perdida, devendo ser adicionadas mais cavilhas à estrutura para manter a estabilidade (Kraus et al., 2003; Piermattei et al., 2006).

A osteomielite verdadeira, raramente é uma complicação de fixação externa, sendo que a fixação externa é mesmo uma das formas mais eficazes de estabilizar fraturas durante o tratamento de osteomielite secundária a fixação interna, por exemplo (Kraus et al., 2003; Corr, 2005).

Um fixador pouco estável, permite movimentação dos fragmentos ósseos que, por sua vez, promove um *stress* elevado na interface cavilha/osso, levando a reabsorção óssea em torno da cavilha (Piermattei et al., 2006). A prevenção deste tipo de situação é feita através dos princípios de aplicação, referidos anteriormente, como a escolha correta do tipo de fixador e número de cavilhas por segmento ósseo (Piermattei et al., 2006).

Outra causa menos comum de exsudação e desprendimento das cavilhas é o sequestro em anel, formado em torno da cavilha após a sua inserção com demasiada velocidade ou pressão indevida, o que causa uma produção de calor excessiva (figura 51) (Kraus et al., 2003; Corr, 2005; Piermattei et al., 2006). A necrose térmica ocorre num padrão circular em torno da cavilha, com infeção secundária, exsudação e desprendimento da cavilha (Piermattei et al., 2006). O tratamento passa pela remoção da cavilha, seguida de curetagem do seu trato, que pode ser realizada com uma broca de diâmetro superior ao orifício inicial, e substituição da cavilha, caso seja necessário para manutenção da estabilidade (Kraus et al., 2003; Corr, 2005; Piermattei et al., 2006). Por vezes, do tratamento pode resultar um orifício de grandes dimensões no osso, o que pode levar à necessidade de realizar um enxerto ósseo, quatro a sete dias depois, para permitir o controlo da infeção e criação de tecido de granulação saudável (Kraus et al., 2003).



**Figura 51** – Sequestro em anel. Adaptado de Kraus et al. (2003)

Outra complicação relativamente rara é a ocorrência de fraturas iatrogénicas do osso através dos orifícios das cavilhas (Piermattei et al., 2006). Normalmente, tal como já foi referido, esta complicação está relacionada com a utilização de cavilhas com diâmetro excessivo em relação ao diâmetro do osso, com a sua colocação a distâncias reduzidas entre si, e com a sua colocação em fissuras da fratura (Piermattei et al., 2006). Uma atividade sem restrições no período pós-operatório também pode originar fraturas através do trato ou orifício

da cavilha, particularmente se o orifício for aumentado pelo desprendimento prévio desta (Piermattei et al., 2006).

### 3.5.7 - Pós-operatório

#### 3.5.7.1 - Avaliação radiográfica no pós-operatório

Todas as fraturas devem ser alvo de avaliação radiográfica imediatamente a seguir à cirurgia, no que diz respeito ao alinhamento, redução e colocação dos implantes (Houlton & Dunning, 2005; Roush, 2005; Henry, 2013). Além da avaliação do resultado da cirurgia, esta serve também como base de comparação para futuras avaliações (posição dos implantes e qualidade da redução) (Jones, 1998b; Roush, 2005). A mnemónica dos quatro “As” pode ser útil para a sistematização da avaliação das radiografias de fraturas no pós-operatório, sendo que estes representam as iniciais das palavras inglesas *alignment*, *apposition*, *apparatus* e *activity* (Kraus et al., 2003; Houlton & Dunning, 2005; Piermattei et al., 2006). Traduzindo para português, os fatores a avaliar são o alinhamento, aposição, estrutura, e atividade, respetivamente.

As mesmas regras referidas anteriormente para a avaliação de fraturas no pré-operatório, como o número mínimo de projeções por exemplo, são aplicáveis à avaliação do tratamento e reparação no pós-operatório (Kraus et al., 2003; Butterworth, 2006).

A avaliação do alinhamento é realizada sempre tendo em conta a forma do osso antes do trauma, bem como a capacidade do método de fixação para o manter (Kraus et al., 2003). Desvios no plano médio-lateral (*valgus* e *varus*) podem ser observados na projeção antero-posterior ou dorso-palmar, enquanto a projeção lateral serve para avaliar o alinhamento no plano crânio-caudal (angulação/encurvamento cranial ou caudal) (Kraus et al., 2003). Quando um conjunto de radiografias seriadas demonstra uma alteração no alinhamento, relativamente à Figura imediatamente pós-cirúrgica, uma falha do método de fixação é bastante provável (Kraus et al., 2003).

As superfícies articulares, além de deverem encontrar-se paralelas entre si, devem também ter uma imagem radiográfica verdadeiramente lateral, na projeção lateral, ou verdadeiramente frontal, na projeção correspondente. Caso este facto não ocorra, e uma articulação se encontre com uma imagem fisiológica e a outra demonstrar uma imagem oblíqua na mesma projeção, o alinhamento rotacional pode não ter sido convenientemente atingido (Kraus et al., 2003).

O alinhamento apropriado da fratura é importante, não só em termos estéticos, mas principalmente para o retorno à função do membro (Kraus et al., 2003). Enquanto a angulação caudal ou cranial da fratura pode ser compensada pelo animal, flexionando as articulações do membro contralateral, deformidades do tipo *valgus*, *varus* ou rotacionais são de difícil compensação por parte do animal, resultando em forças anormais a atuar na articulação

proximal e/ou distal à deformidade, predispondo a problemas de ligamentos e artrite secundários (Kraus et al., 2003).

A aposição é avaliada relativamente ao grau de precisão da redução dos fragmentos (Kraus et al., 2003). Tal como já foi referido anteriormente, alguns tipos de fraturas são candidatas a uma redução anatómica que, como o nome indica, pressupõe a reconstrução de uma coluna óssea capaz de suportar parte da carga (Kraus et al., 2003). No entanto, a reconstrução e aposição perfeita é impossível em algumas fraturas cominutas, especialmente naquelas tratadas “biologicamente” através da redução fechada e fixação externa, com o objetivo de preservar o suprimento sanguíneo e restaurar o alinhamento do membro (Kraus et al., 2003; Houlton & Dunning, 2005). Como tal, além das características da fratura, o método de fixação escolhido também tem influência na aposição entre fragmentos necessária (Houlton & Dunning, 2005; Piermattei et al., 2006).

A avaliação da estrutura inclui a avaliação do tipo de implante e sua aplicação (Kraus et al., 2003; Houlton & Dunning, 2005). Ocasionalmente o raio-x pós-operatório permite prever complicações como a falha dos implantes, especialmente naquelas situações em que as regras de aplicação não foram rigorosamente cumpridas (Kraus et al., 2003; Houlton & Dunning, 2005). As respostas às seguintes questões devem ser obtidas aquando da avaliação radiográfica:

- Existe um número adequado de cavilhas, tanto no segmento proximal como distal? (Kraus et al., 2003)
- O diâmetro da cavilha é apropriado para o osso e tipo de fratura em questão? (Kraus et al., 2003)
- As cavilhas estão centradas no osso e a uma distância apropriada de linhas de fratura ou fissuras? (Kraus et al., 2003)
- A configuração e tamanho da estrutura utilizada são apropriadas para o tamanho do paciente? (Kraus et al., 2003)
- Existem sinais de dano ou desprendimento de algum dos implantes? (Piermattei et al., 2006)

Caso a resposta a algumas destas perguntas seja desfavorável à estabilidade no foco de fratura, nova cirurgia deve ser equacionada (Kraus et al., 2003).

Além desta avaliação imediatamente pós-cirúrgica, radiografias seriadas devem ser realizadas, até que a reparação óssea esteja terminada, com o objetivo de avaliar o possível desprendimento dos implantes, ou a falha prematura destes (Kraus et al., 2003; Houlton & Dunning, 2005).

A atividade refere-se principalmente à resposta biológica do osso durante o processo de reparação e em resposta à fixação utilizada (Kraus et al., 2003; Houlton & Dunning, 2005).

O aspeto radiográfico da reparação óssea depende, em grande parte do grau de redução e do método de fixação da fratura (Kealy & McAllister, 2000). O conhecimento dos processos de reparação esperados, referidos anteriormente, permite a dedução do aspeto

radiográfico esperado nas várias fases da reparação óssea (Kealy & McAllister, 2000). A quantidade de calo formado, e visível radiograficamente, está relacionado com o tipo de fratura e é inversamente proporcional à rigidez e estabilidade do método de fixação escolhido (Henry, 2013).

A reparação óssea está associada aos seguintes sinais radiográficos:

- Inicialmente existe um ligeiro aumento da linha de fratura (Henry, 2013).
- União dos bordos da fratura com calo ósseo (Kealy & McAllister, 2000; Henry, 2013).
- Aumento da mineralização e opacidade do calo ósseo e linha de fratura (Henry, 2013)
- Remodelação do calo ósseo, com restauro do córtex e cavidade medular (Kealy & McAllister, 2000).
- Restauro do padrão trabecular normal (Kealy & McAllister, 2000).

O primeiro raio-x de reavaliação, caso não se apresentem complicações entretanto, deve ser obtido quatro semanas após a cirurgia (Roush, 2005). Após esta primeira reavaliação, as fraturas devem ser reavaliadas radiograficamente a cada intervalo de quatro a seis semanas (Henry, 2013).

### 3.5.7.2 - Cuidados no pós-operatório

Os cuidados no pós-operatório iniciam-se logo com a limpeza do membro e do fixador de quaisquer sangue ou detritos, secando em seguida os dois componentes (Choate et al., 2011).

Em seguida, as cavilhas devem ser cortadas rente à parte mais externa do fixador, podendo também ser aplicadas capas de plástico nas pontas para proteger o ambiente em redor (Choate et al., 2011). No caso dos fixadores circulares ou híbridos, as pontas dos fios de Kirshner devem ser cortadas, dando uma margem de dois a três centímetros em relação ao exterior do anel, enrolando depois a ponta em torno do anel (Choate et al., 2011).

Um penso compressivo, tipo *Robert-Jones*, deve ser colocado após a cirurgia (figura 52) (Corr, 2005; Piermattei et al., 2006; Choate et al., 2011). Este tipo de penso, além de absorver o exsudado libertado dos locais de introdução das cavilhas, diminui também a tumefação pós-operatória que pode provocar o contacto entre a coluna conectora e os tecidos moles, provocando necrose destes (Corr, 2005; Choate et al., 2011). A compressão provocada por este penso diminui ainda o movimento de tecidos moles em torno das cavilhas (Corr, 2005; Choate et al., 2011).

Este tipo de penso compressivo deve ser mantido até que a tumefação diminua e as incisões realizadas para aliviar a tensão da pele em torno das cavilhas comecem a cicatrizar por segunda intenção (Corr, 2005; Choate et al., 2011). A frequência de troca do penso, por sua vez, é determinada essencialmente pela necessidade de tratamento de feridas abertas, pelo volume de drenagem a partir das cavilhas, pela tumefação, e pelo estado do penso



(Choate et al., 2011). Em casos de fraturas expostas, ou feridas em que existe uma lesão extensa de tecidos moles, por exemplo, o penso é substituído e a ferida desbridada e limpa a cada dois a três dias, até que se encontre coberta por tecido de granulação (Piermattei et al., 2006).



**Figura 52** – Aplicação do penso compressivo num fixador externo. **Esquerda:** Esponjas podem ser utilizadas para promover a compressão. As esponjas utilizadas fazer a assepsia do cirurgião podem ser esterilizadas e reaproveitadas para este efeito. **Direita:** aspeto do penso compressivo tipo *Robert-Jones*. Adaptado de Choate et al. (2011).

Quando a utilização do penso compressivo já é dispensável, podem ser utilizados pensos à base de gaze e ligadura aderente, aplicados apenas em torno do fixador (barras conectoras) para proteção tanto da própria estrutura, como do próprio animal e proprietários de lesões decorrentes do contacto e colisão com esta (Piermattei et al., 2006; Choate et al., 2011). Este tipo de penso deve permitir a exposição, monitorização, tratamento e circulação de ar na interface entre o elemento de fixação e a pele (Piermattei et al., 2006; Choate et al., 2011).

O uso de um antibiótico de largo espectro é indicado em casos com feridas abertas contaminadas ou infetadas, até que a cultura e teste de sensibilidade de antibióticos ditem uma terapia mais específica (Piermattei et al., 2006). No entanto, devido ao trauma de tecidos moles presente na maioria dos casos, mesmo em fraturas fechadas, pode ser utilizado um antibiótico de largo espectro durante quatro a sete dias após a cirurgia, até que as defesas do corpo sejam mobilizadas (Piermattei et al., 2006).

A limpeza diária dos locais de inserção das cavilhas é essencial nos cuidados pós-operatórios de uma fratura tratada com um fixador externo, podendo esta ser realizada com soluções de lavagem à base de clorhexidina, iodopovidona ou peróxido de hidrogénio (Choate et al., 2011). Além das lavagens diárias, uma pomada à base de antibióticos pode também ser colocada no local de inserção das cavilhas e, após a cicatrização das incisões realizadas em torno das cavilhas, a hidroterapia uma a duas vezes por semana pode ser vantajosa (Choate et al., 2011).

A hidroterapia consiste na colocação do membro sob água corrente por períodos de sensivelmente dez minutos, com ou sem a aplicação de soluções antissépticas, e permite a manutenção da limpeza dos locais de inserção das cavilhas, bem como a diminuição da tumefação pós-operatória (Choate et al., 2011).

A instrução dos proprietários no momento da alta é importante nos cuidados pós-operatórios e na prevenção de complicações. A restrição de atividade é essencial, uma vez que é necessária à reparação óssea, devendo o animal ser confinado a uma área pequena o suficiente para prevenir a corrida e saltos, ou brincadeiras mais grosseiras com outros animais (Roush, 2005; Choate et al., 2011). Quando passeado, o animal deve andar sempre com trela e com atividade controlada (Corr, 2005; Roush, 2005; Piermattei et al., 2006; Choate et al., 2011). Cuidados devem ser tomados quanto à presença de possíveis obstáculos no ambiente que possam provocar danos no fixador (as jaulas ou canis com grades, por exemplo, podem prender o fixador e danificá-lo, prejudicando assim o processo de evolução da reparação óssea) (Piermattei et al., 2006; Choate et al., 2011). Em determinadas situações, pode mesmo ser necessária a utilização de um colar isabelino para prevenir danos no fixador, provocados pelo próprio animal (Roush, 2005).

A atividade do animal pode também ser utilizada como método de avaliação do retorno à função do membro, após a reparação da fratura (Houlton & Dunning, 2005). Claudicação de aparecimento agudo ou um atraso no retorno à função podem indicar desprendimento ou falha dos implantes, infecção, mau alinhamento, doença degenerativa articular ou comprometimento neurológico (Corr, 2005; Houlton & Dunning, 2005).

A fisioterapia, incluindo exercícios como a movimentação passiva, massagens, estimulação eléctrica, aplicação de calor e suporte do peso corporal controlado, é normalmente benéfica na promoção de um rápido e completo retorno à função (Doyle, 2004; Roush, 2005).

A decisão acerca das datas de reavaliação, deve ser baseada na progressão clínica, na ocorrência ou não de complicações, e o nível de colaboração por parte do dono para cuidar do animal em casa (Choate et al., 2011). Durante as consultas de avaliação, o fixador deve ser inspecionado e, caso haja necessidade, devem-se ajustar os componentes que necessitarem.

### 3.5.7.3 - Remoção da estrutura/ dinamização do fixador

A remoção da estrutura é realizada quando existem evidências, clínicas e radiográficas, da reparação óssea (Piermattei et al., 2006; Choate et al., 2011). Sedação ou uma anestesia curta são recomendadas, e normalmente suficientes, uma vez que a remoção de alguns elementos pode provocar estímulos dolorosos no perióstio (Choate et al., 2011).

A dinamização do fixador é o processo de remoção de alguns componentes do fixador para reduzir a rigidez deste, após a formação do calo ósseo, com o objetivo de aumentar a remodelação óssea e, normalmente, este processo inicia-se a partir das seis semanas após a cirurgia (Roush, 2005; Piermattei et al., 2006; Choate et al., 2011). Pode ser feita removendo apenas cavilhas individuais ou removendo partes completas da estrutura (convertendo uma estrutura do tipo II numa do tipo I, por exemplo) (Corr, 2005). No entanto, alguns autores apenas recomendam a remoção de componentes de um fixador, quando estes apresentam algum tipo de complicação, ou quando todo o processo de reparação está completo (Roush, 2005; Choate et al., 2011).

Após a remoção da estrutura, devem ser obtidas projeções radiográficas para assegurar que nenhuma área de não união, ou outra complicação, não foram anteriormente escondidas pela sobreposição radiográfica com elementos de fixação (Choate et al., 2011).

Os tratos das cavilhas, ou fios de *Kirshner*, deixam-se depois cicatrizar por segunda intenção, e é colocado um penso almofadado no membro, durante quarenta e oito a setenta e duas horas (Piermattei et al., 2006; Choate et al., 2011).

### 3.6 - Relato de caso



**Nome:** Diana

**Espécie:** Canídeo

**Raça:** Pointer

**Idade:** 9 anos

**Peso:** 30 Kg

**Utilização:** Caça

#### História Clínica

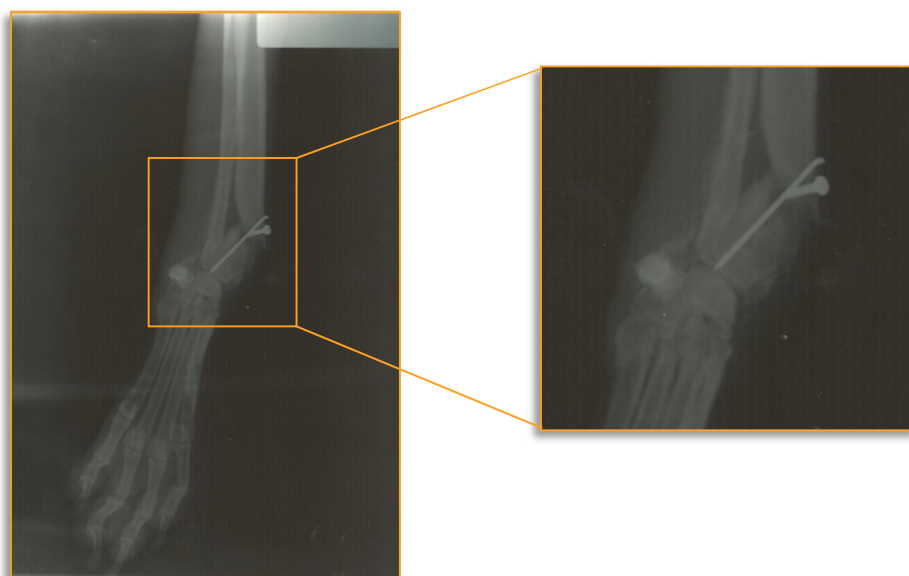
O animal sofreu uma fratura transversa da metáfise distal de rádio e ulna, com formação de um segmento distal de pequenas dimensões. A fratura terá ocorrido enquanto acompanhava o seu proprietário num ato venatório.

Foi assistida numa clínica veterinária, sendo realizada a tentativa de osteossíntese três dias depois. Nesta cirurgia foi utilizado um parafuso compressivo e um fio de *Kirschner* interfragmentário para fixação da fratura (Figura 54). Foi ainda colocado um penso, tipo *Robert-Jones*, com tala para imobilização do membro, desde a articulação úmero-rádio-ulnar, até à extremidade distal do membro.

Apresentou-se à consulta no CVC no dia 18/08/2011, aproximadamente duas semanas e meia após a primeira cirurgia, referenciada por outra clínica veterinária. Ao exame físico as únicas alterações notadas foram a presença de dor, comprometimento do apoio e angulação tipo *valgus* da extremidade distal do membro torácico direito (MTD), bem como uma claudicação de grau quatro do membro pélvico direito (MPD) com presença de dor à manipulação da articulação coxo-femoral.

O animal já vinha acompanhado de uma radiografia, realizada na clínica que referenciou o caso, representada na figura 53. Neste raio-x pode-se observar o deslocamento dos segmentos da fratura, com uma angulação tipo *valgus* e a ausência de sinais de união ou de estabilidade na linha de fratura. Já no CVC, foi também realizado um raio-x com projeção lateral do mesmo membro que, embora não seja apresentado aqui neste trabalho, demonstrava a manutenção do alinhamento no eixo crânio-caudal.

Devido à claudicação do MPD, foi também realizado um raio-x da articulação coxo-femoral, projeção ventro-dorsal, em que se pôde observar a presença de luxação coxo-femoral.



**Figura 53** - Raio-x, projeção dorso-palmar, da fratura transversa da metáfise distal do rádio e fratura distal de ulna do paciente. O parafuso e o fio de kirshner presentes são evidências da cirurgia anterior. Propriedade intelectual do CVC.

Foi então decidido que o melhor tratamento para este caso seria uma nova osteossíntese, sendo realizado um perfil bioquímico (tabela 33) e um hemograma (tabela 34), como exames pré-anestésicos, que não demonstraram alterações relevantes.

**Tabela 33** – Resultados do perfil bioquímico pré-operatório da Diana

Perfil Bioquímico	Resultados Diana
Transaminase (SGPT)	24 U/L
Fosfatase alcalina	115 U/L
Ureia	20 mg/dl
Creatinina	0,9 mg/dl
Glicose	150 mg/dl
Proteínas totais	6,1 g/dl

**Tabela 34** – Resultados do hemograma, com fórmula leucocitária, pré-operatório da Diana

Hemograma	Resultados Diana
Eritrócitos	$6,7 \times 10^6/\mu\text{l}$
Hemoglobina	15,2 g/dl
Hematócrito	43%
Volume globular médio	65 fl
Concentração de hemoglobina corpuscular média	29 g/dl
Leucócitos	8500/ $\mu\text{l}$
Neutrófilos	4200/ $\mu\text{l}$
Linfócitos	500/ $\mu\text{l}$
Monócitos	100/ $\mu\text{l}$
Eosinófilos	0/ $\mu\text{l}$
Basófilos	0/ $\mu\text{l}$
Plaquetas	160000/ $\mu\text{l}$

Durante o período de internamento pré-operatório foi administrado, para terapia anti-inflamatória, meloxicam, por via sub-cutânea (SC), à dose de 0,2mg/Kg, a cada vinte e quatro horas (SID), e cefalexina (20mg/Kg, SC) a cada doze horas (BID), para antibioterapia profilática. O protocolo anestésico para a cirurgia foi composto por acepromazina (0,01 mg/Kg), administrada por via intravenosa (IV), morfina (0,5mg/Kg), administrada por via intramuscular, e indução com propofol (4mg/Kg, IV), sendo a manutenção realizada com isoflurano.

No dia 19/08/2011 realizou-se a cirurgia, para osteossíntese da fratura, com a montagem e aplicação de um fixador circular externo no rádio do MAD. A construção do fixador foi feita com três anéis de 110mm de diâmetro, fabricados em alumínio e barras roscadas com seis milímetros de diâmetro. Foram utilizados fios de Kirshner sob tensão, com um diâmetro de 1,5 mm. A tensão foi aplicada com recurso a um instrumento utilizado para criar tensão (esticador) em arame que, embora seja esterilizável, não é normalmente utilizado em cirurgia ortopédica.

Foi realizado um pequeno acesso na superfície palmaro-lateral da região do antebraço distal para remoção dos elementos de fixação da cirurgia anterior. A redução da fratura foi conseguida facilmente através do acesso cirúrgico, e a própria estrutura do fixador acabou por auxiliar neste processo através do ajuste do anel mais distal de forma a provocar o estiramento e alinhamento da linha de fratura. Após a redução desejada ser obtida, esta foi mantida através da colocação de um novo fio de Kirschner interfragmentário.

Durante a mesma cirurgia, foi ainda realizada a osteotomia para excisão da cabeça e colo femoral para tratamento da luxação coxo-femoral. Esta escolha de tratamento foi feita com base no tempo que havia passado desde a luxação coxofemoral, excluindo a redução como opção viável, e nos fatores económicos que excluíram a prótese de anca como opção de tratamento.

O raio-x e o aspecto pós-operatório do MTD são apresentados nas figuras 54 e 55, respetivamente. No raio-x pós-operatório, pode-se observar o alinhamento da fratura, tanto no eixo latero-medial como no crânio-caudal. Quanto à posição dos implantes, pode-se observar que na generalidade todos apresentam uma boa localização, sendo que um dos fios de Kirschner do anel mais distal ficou colocado mais próximo da linha de fratura que o que seria desejável.

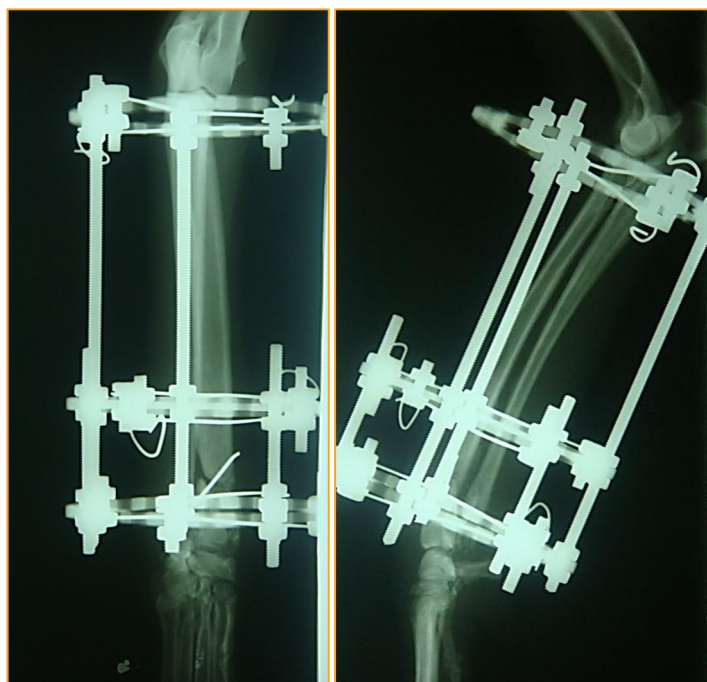


Figura 54 - Raio-x pós-operatório, projeção dorso-palmar (esquerda) e lateral (direita). Propriedade intelectual do CVC.



Figura 55 – Aspeto da montagem do fixador após a cirurgia. Propriedade intelectual do CVC.

Durante o período de internamento pós-operatório, manteve-se a medicação com cefalexina (20mg/kg, SC, SID) e meloxicam, reduzindo este para a dose de 0,1mg/Kg, SID, SC.

Dois dias após a cirurgia, devido ao bom apoio do MTD, ao comprometimento do apoio do membro pélvico ipsilateral e ao facto de existir alguma hiperatividade do paciente, decidiu-se prolongar a estrutura de forma a possibilitar a colocação de um calço que permitisse o apoio do membro, havendo transferência da força de reação do solo diretamente ao segmento proximal à fratura, reduzindo o *stress* mecânico na linha de fratura. O prolongamento da estrutura foi feito com barras conectoras roscadas com seis milímetros de diâmetro e dois anéis de alumínio com 110 mm de diâmetro (figura 56). Como calço, foi utilizado um bloco de madeira, utilizado normalmente em podologia bovina, fixo à estrutura com recurso a fita isolante (figura 56).





**Figura 56** – Montagem do prolongamento da estrutura (esquerda) e aspeto final da montagem com o calço (direita).

Propriedade intelectual do CVC.

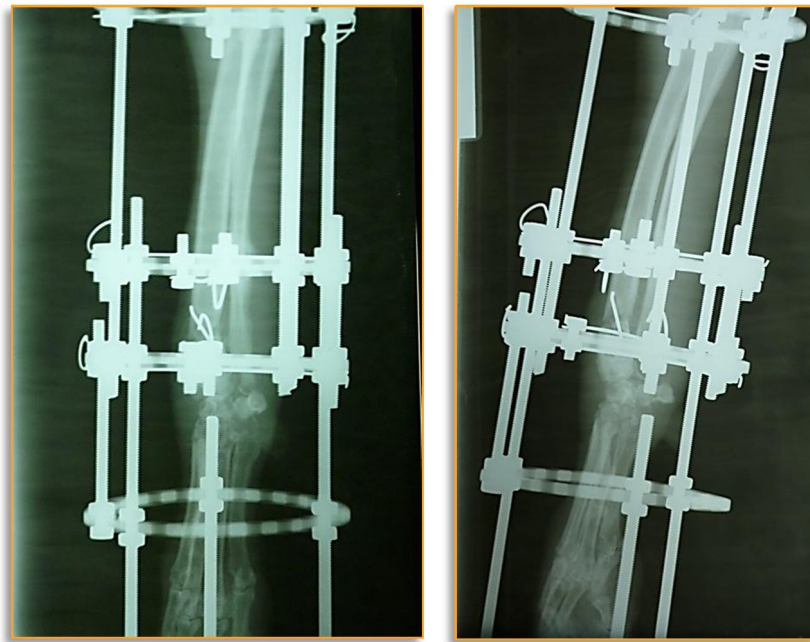
O animal teve alta no dia 22/08/2011, três dias após a cirurgia, com indicação de repouso, vigilância e limpeza dos locais de inserção dos fios de *Kirschner* com clorohexidina (0,05%) até à consulta de controlo. A administração diária de cefalexina por via oral (PO) à dose de 20mg/kg, BID, e meloxicam (0,1mg/Kg, SID, PO) manteve-se durante os cinco dias seguintes.

As consultas para acompanhamento e reavaliação foram combinadas com o proprietário com uma periodicidade de quatro semanas entre o momento de alta e a primeira reavaliação, e de três semanas entre as seguintes. Em todas estas consultas de reavaliação foram obtidas duas projeções radiográficas (dorso-palmar e lateral) do MTD.

1. **Primeira consulta de controlo** (quatro semanas após a cirurgia). O animal apresentava um bom apoio do MTD, com recurso à estrutura, registando-se no entanto algum grau de drenagem serosa a partir do trato dos fios de *Kirschner* do anel mais proximal. Para tratamento, recomendou-se aos proprietários a manutenção das limpezas diárias dos locais de inserção dos fios de *Kirschner*.

O membro pélvico apresentava melhorias, mantendo-se no entanto uma claudicação de grau 2, tendo-se recomendado aos proprietários a realização de fisioterapia com alguns exercícios de movimentação passiva do membro na tentativa de aumentar a massa muscular na região, bem como a amplitude de movimentos.

Através da avaliação das projeções radiográficas (figura 57), podemos constatar que existe um aumento da radiopacidade na linha de fratura, que indicia o início do processo de união. O alinhamento e a aposição dos dois segmentos manteve-se, bem como a posição dos implantes, o que levou à decisão de manutenção da estrutura.



**Figura 57** - Raio-x de controlo, projecção dorso-palmar (esquerda) e lateral (direita) quatro semanas após a cirurgia.

Propriedade intelectual do CVC.

2. **Segunda consulta de reavaliação** (sete semanas após a cirurgia). O animal apresentou melhorias ligeiras no grau de claudicação do MPD e a drenagem a partir dos pontos de inserção dos fios de *Kirschner* havia cessado. Foi recomendada aos proprietários a paragem das limpezas dos locais de inserção e saída dos fios de *Kirschner* e a manutenção dos exercícios de movimentação passiva do MPD.

Através da observação dos raio-x obtidos nesta consulta (figura 58), pode-se constatar a progressão da união da linha de fratura, tanto no rádio como na ulna, pelo aumento da radio-opacidade. O início de um processo de anquilose da articulação radio-carpal pode ser inferido pelo ligeiro aumento da radio-opacidade do espaço articular e leves sinais de neo-formação óssea nos bordos articulares (figura 58). Nesta consulta optou-se pela remoção do prolongamento da estrutura e do fio de *Kirschner* interfragmentário, uma vez que este havia sofrido deslocamento e a sua presença já não apresentava utilidade na estabilização da fratura.

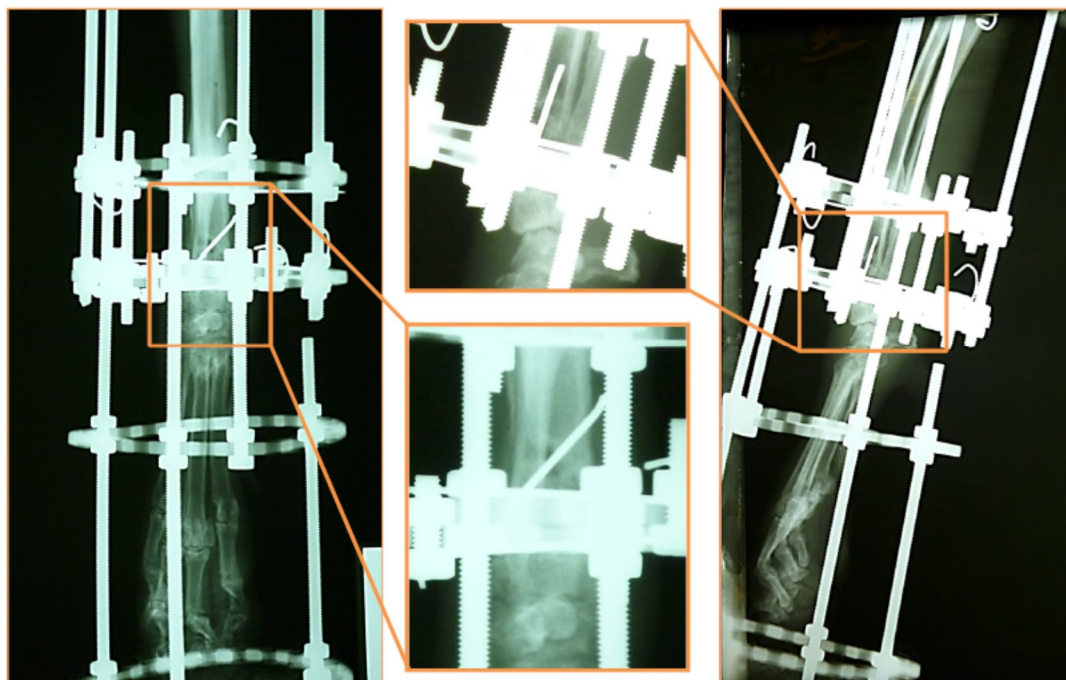
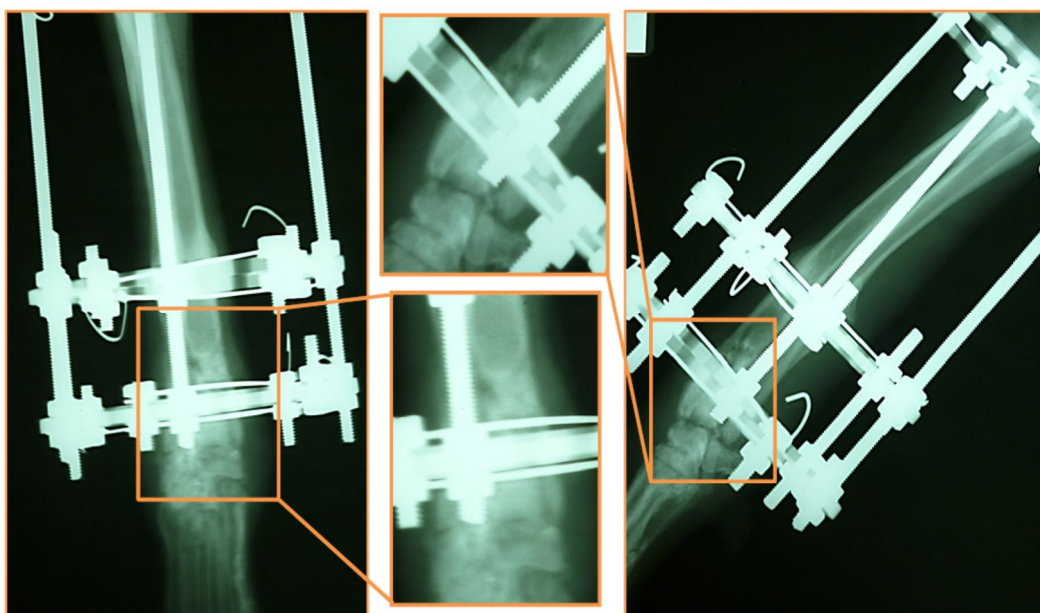


Figura 58 - Raio-x de controle, projeção dorso palmar (esquerda) e lateral (direita). Propriedade intelectual do CVC.

3. **Na última consulta de reavaliação** (dez semanas após a cirurgia), manteve-se o bom apoio do MTD, agora sem o apoio da estrutura do calço, e a ligeira claudicação do MPD.

Na avaliação radiográfica podemos observar a união dos bordos de fratura, mantendo-se no entanto os sinais de anquilose da articulação radio-carpal (figura 59). Optou-se neste ponto pela remoção completa da estrutura, realizando-se uma nova avaliação radiográfica sem o fixador (figura 60). Neste raio-x podemos observar a união completa com formação de calo ósseo e os sinais de ligeira anquilose da articulação radio-carpal (Figura 61). No entanto, à palpação e movimentação da região do carpo não era perceptível uma diminuição significativa da mobilidade da região, mantendo-se a sua funcionalidade.



**Figura 59** - Raio-x de controlo, projeção dorso-palmar (esquerda) e lateral (esquerda), dez semanas após a cirurgia.

Propriedade intelectual do CVC.



**Figura 60** - Raio-x de controlo, projeção dorso-palmar (direita) e lateral (esquerda), após a remoção do fixador.

Propriedade intelectual do CVC.

Neste ponto foi dada a alta definitiva do animal, apesar da ligeira claudicação do MPD, com indicação para manter os exercícios de movimentação passiva do MPD para tentar ultrapassar este facto.

No final de janeiro de 2012 (cinco meses após a cirurgia) o MTD continuava perfeitamente funcional, não havendo comprometimento da função do membro pela ligeira anquilose da articulação radio-carpal. O MPD, por sua vez, apesar de funcional, apresentava ainda um ligeiro grau de claudicação.



### 3.6.1 - Discussão

A utilização de FCE no tratamento de fraturas é especialmente vantajosa naquelas em que existe um segmento (proximal ou distal) de pequenas dimensões, devido ao facto de serem utilizados fios de *Kirschner* de menor diâmetro e sob tensão (Lewis, 2009b). Como tal, no caso da Diana as características da fratura indicavam a FCE como um dos métodos possíveis para a realização da osteossíntese. Fatores relacionados com o paciente, como o facto de ser um paciente muito ativo, com um tamanho e um peso corporal consideráveis, bem como o facto de existir comprometimento dos dois membros ipsilaterais, faziam prever que fosse um caso desafiante para a estrutura utilizada no tratamento desta fratura e reforçaram a opção terapêutica da FCE como método de fixação indicado.

Outro fator na escolha do fixador prende-se com o facto de se tratar de uma fratura já com quase três semanas de duração e com uma tentativa fracassada de osteossíntese, não existindo sinais radiológicos de união/atividade no foco de fratura. Os fixadores circulares externos, proporcionam uma excelente estabilidade contra forças de torção e flexão, enquanto permitem algum grau de micromovimento axial dos segmentos estabilizados, o que melhora o ambiente no foco de fratura para que se forme e consolide rapidamente o calo ósseo (Lesser, 1998; Kirby et al., 2008; Lewis, 2009b).

A utilização de apenas anéis completos na construção do fixador, prende-se com o facto de não existirem, no CVC, anéis de cinco oitavos e 110 mm de diâmetro disponíveis para utilização neste caso. A utilização de anéis completos é mais vantajosa em termos mecânicos, mas a utilização de um anel “em ferradura” na posição mais proximal do fixador poderia ter sido vantajosa, uma vez que permitiria uma melhor amplitude de movimentos da articulação úmero-rádio-ulnar (Cross et al., 2004; Lewis, 2009b). No entanto, não foram observadas complicações devido a este facto.

O diâmetro de fios de *Kirschner* utilizado está de acordo com a bibliografia, que refere um diâmetro de 1,5 ou 1,6 mm para pacientes com peso superior a 20 Kg, sendo que a tensão destes deveria corresponder a um valor entre 60 e 90 Kg (Lewis et al., 1998). No entanto, e embora não se tenham observado complicações relacionadas com falta de tensionamento, a tensão aplicada não pôde ser quantificada devido ao método utilizado para a sua aplicação.

A utilização do prolongamento da estrutura e colocação de um calço, foi feita com o intuito de preparar a linha de fratura para uma maior amplitude de micromovimentos axiais, característica deste tipo de fixadores, uma vez que permitia que a força de reação do solo, provocada pelo apoio do membro, fosse transferida para um ponto acima da linha de fratura. Enquanto uma determinada quantidade de micromovimentação axial cria níveis de tensão benéficos à reparação, uma movimentação axial excessiva, bem como forças de flexão ou rotação são prejudiciais para a reparação da fractura (Corr, 2005; Schell et al., 2005). No entanto, e embora este prolongamento da estrutura permitisse o apoio do membro no calço e algum grau de mobilidade da região do carpo, este não se revelou suficiente, uma vez que se

observaram alguns sinais de anquilose da articulação radio-carpal no raio-x. No entanto, à palpação e mobilização da região do carpo, não se notaram alterações e a função do membro não se demonstrou comprometida por este facto. Tal pode-se dever ao facto de quanto mais distal for a artrodese, menor é o comprometimento da função do membro e de a artrodese do carpo virtualmente poder não ter influência nos andamentos do cão (Denny & Butterworth, 2000; Piermattei et al., 2006).

A dinamização do fixador, removendo o prolongamento da estrutura e permitindo o apoio do membro diretamente no solo, ocorreu às sete semanas após a cirurgia, precisamente quando se detetaram os sinais de anquilose da articulação radio-carpal e de união da linha de fratura. As seis semanas após a cirurgia é geralmente a altura indicada para o início da dinamização de fraturas em cães (Roush, 2005; Piermattei et al., 2006; Choate et al., 2011).

A drenagem de exsudado seroso a partir do trato dos fios de Kirschner registou-se apenas no anel mais proximal, colocado no terço proximal do radio. Este facto era expectável, e é muitas vezes inevitável, devido às massas musculares presentes nesta região (Marcellin-Little, 2004).

A utilização de materiais como a fibra de carbono teria sido vantajosa neste caso, uma vez que a radiopacidade dos materiais utilizados dificultou bastante a avaliação radiográfica da região (Rovesti, 2010). Além da radiolucência da fibra de carbono, a leveza deste material também poderia ter sido vantajosa neste caso (Rovesti, 2010).

O objetivo no tratamento de qualquer fratura é o restauro rápido e completo da função do membro, sendo que o alinhamento estável dos ossos, bem como o restauro de uma amplitude máxima de movimentos nas articulações adjacentes são essenciais para o retorno à função (Matis, 2007; Piermattei, et al., 2006b; Nunamaker, 1985). No geral, o resultado final deste caso encontra-se dentro destes objetivos de tratamento de fraturas.

O intervalo de dez semanas entre a cirurgia e a remoção da estrutura, por sua vez, também se situa dentro dos padrões considerados como normais, uma vez que o tempo esperado para união clínica de uma fratura tratada com fixador externo num paciente com mais de um ano de idade situa-se entre as sete e as doze semanas (Piermattei et al., 2006).

### 3.7 - Conclusão

As fraturas do aparelho apendicular em animais de companhia são bastante frequentes na clínica diária e, no decorrer deste estágio, obtiveram uma fatia bastante significativa do total de afeções ortopédicas observadas.

O facto de a fixação externa ser o método de osteossíntese mais utilizado no Centro Veterinário Conimbricense, durante este período, permitiu-me contactar de perto e aperceber-me da versatilidade e eficácia que a grande variedade de possíveis configurações de fixadores oferece no tratamento de fraturas.

O meu interesse pessoal, aliado à extensa experiência do Professor Doutor Nuno Cardoso nesta área, levou a que fosse escolhido o tema “Utilização de fixação externa no tratamento de fracturas do aparelho apendicular em animais de companhia”, como base para a monografia apresentada.

A realização deste estágio no Centro Veterinário Conimbricense contribuiu grandemente para a minha formação académica e pessoal, essenciais à minha formação como futuro Médico Veterinário, uma vez que me permitiu contactar com os diferentes tipos e realidades de clínica diária, aplicando, aperfeiçoando e consolidando os conhecimentos teóricos adquiridos durante o meu percurso académico.

Penso que na realização do estágio, bem como na elaboração deste trabalho, consegui adquirir competências que certamente serão úteis no futuro.



## 4 - Bibliografia

- <http://dre.pt/pdf1sdip/2003/12/290A00/84408444.pdf>. Decreto-Lei nº 313/2003, de 17 de dezembro. Diário da república electrónico. Acedido a 23 de março de 2012.
- [http://www.securos.com/portals/8/downloads/SECUROS\\_Orthopedic\\_Resource\\_Guide.pdf](http://www.securos.com/portals/8/downloads/SECUROS_Orthopedic_Resource_Guide.pdf). Securos orthopedic resource guide. www.securos.com. Acedido a 14 de Julho de 2012.
- <http://www.imexvet.com/images/imex-catalog.pdf>. Catalog/Price list 2012-2013. Imexvet.com. Acedido a 14 de julho de 2012.
- Abercromby R, Innes J & May C (2006).** Arthritis. In: *BSAVA Manual of canine and feline musculoskeletal disorders*. Ed. Houlton JEF, Cook JL, Innes JF & Langley-Hobbs SJ, BSAVA, UK. pp.81-109;
- Amsellem PM, Egger EL & Wilson D.L. (2010).** Bending characteristics of polymethylmethacrylate columns, connecting bars of carbon fiber, titanium, and stainless steel used in external skeletal fixation and an acrylic interface. *Veterinary Surgery*, 39(5): 631-637;
- Arnold S, Reichler I & Hubler M (2006).** Canine pyometra: new approaches to an old disease. In: *2006 World Congress WSAVA/FECAVA/CSAVA*. Praga, WSAVA;
- Aron DN (1998).** Stages of bone healing. In: *Current techniques in small animal surgery* (4<sup>th</sup> ed.). Ed. Bojrab MJ, Ellison GW, & Slocum B, Williams & Wilkins, USA. pp. 872,873;
- Aspinall V & O'Reilly M (2004).** The skeletal system. In: *Introduction to veterinary anatomy and physiology* (2<sup>nd</sup> ed.). Ed. Aspinall V & O'Reilly M, Elsevier, UK. pp. 27-44;
- Beam S, Correa M & Davidson M (1999).** A retrospective-cohort study on the development of cataracts in dogs with diabetes mellitus: 200 cases. *Veterinary ophtalmology*, 2(3): 169-172.
- Brisson BA (2010).** Intervertebral disc disease in dogs. *Veterinary Clinics of North America: Small animal practice*, 40(5): pp.829-58.
- Bronson DG, Ross JD, Toombs JP & Welch RD (2003).** Influence of the connecting rod on the biomechanical properties of five external skeletal fixation configurations. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 16(2): 82-87.
- Bruhschwein A (2010).** Imaging the foot. *Proceedings of the 15th ESVOT congress*. Bolonha, ESVOT: 85-86;
- Bubenik L (2005).** Intervertebral disk disease - tradition versus current views on treatment. In: *Proceeding of the North American Veterinary Conference*. Orlando, NAVC;
- Budsberg SC (2005a).** External Fixator Choices. *Proceedings of the North American Veterinary Conference*. Orlando, NAVC: p. 751;
- Budsberg SC (2005b).** Pin Types For External Skeletal Fixation. In: *Proceedings of the North American Veterinary Conference*. Orlando, NAVC;
- Buffington CAT & Chew DJ (2007).** Management of non-obstructive idiopathic/interstitial cystitis in cats. In: *BSAVA Manual of canine and feline nephrology and urology* (2<sup>nd</sup> ed.). Ed. Elliot J & Grauer GF, BSAVA, UK. pp.264-81;

- Butterworth SJ (2006).** Long bones: fracture. In: *BSAVA Manual of canine and feline musculoskeletal imaging*. Ed. Barr FJ & Kirberger RM, BSAVA, UK, pp. 49-70;
- Canapp SO (2004).** External fracture fixation. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 19(3): 114-119.
- Carmichael S (2005).** Management of lower limb injuries with external skeletal fixation. *Proceeding of the North American Veterinary Conference*. Orlando, NAVC: pp. 772-773;
- Carmichael S (2010).** Whats new in osteoarthritis. *Proceedings of the Southern European Veterinary Conference*. Barcelona, SEVC;
- Case JB & Egger EL (2011).** Evaluation of strength at the acrylic-pin interface for variably treated external skeletal fixator pins. *Veterinary surgery*, 40(2): 211-215;
- Chambers JN & Betts CW (1984).** Clinical application of a fracture distractor in repair of long bone injuries in the dog. *Veterinary Surgery*, 13(2): 71-75;
- Chew DJ, Dibartola SP & Schenck PA (2011).** Nonobstructive idiopathic or interstitial cystitis in cats. In: *Canine and feline nephrology and urology (2<sup>nd</sup> ed.)*. Ed. Chew DJ, Dibartola SP & Schenck PA, Elsevier Saunders, St. Louis, USA, pp.306-40;
- Choate CJ, Radasch RM & Lewis DD (2011).** Postoperative management of external fixators in dogs and cats. *Veterinary Medicine*, 106(2). Disponível em: <http://veterinarymedicine.dvm360.com/vetmed/Medicine/Postoperative-management-of-external-fixators/ArticleStandard/Article/detail/709367>. (Acedido a 13 de agosto de 2012).
- Claes L, Wilke HJ, Augat P, Rubenacker S & Margevicius K (1995).** Effect of dynamization on gap healing of diaphyseal fractures under external fixation. *Clinical biomechanics*, 10(5): 22-234.
- Cook JL (2004).** Minimally invasive orthopaedic surgery: tips, tricks, and importance. *12th ESVOT Congress Proceedings*. Munique, ESVOT: p. 42;
- Corr S (2005).** Practical Guide to linear external skeletal fixation in small animals. In *Practice*, 27(2): 76-85;
- Cross AR, Lewis DD, Murphy ST, Rigaud S, Madison JB, Kehoe MM & Rapoff AJ (2001).** Effects of ring diameter and wire tension on the axial biomechanics of four-ring circular external skeletal fixator constructs. *American journal of veterinary research*, 67(7): 1025-1030;
- Cross AR, Lewis DD, Rigaud S & Rapoff AJ (2004).** Effect of various distal ring-block configurations on the biomechanical properties of circular external skeletal fixators for use in dogs and cats. *American journal of veterinary research*, 65(4): 393-398;
- Denny HR & Butterworth SJ (2000).** *A guide to canine and feline orthopaedic surgery (4<sup>th</sup> ed.)*, Blackwell Science, Oxford, UK. pp. 3-23, 83-131;
- Dias LG & Filho JG (2009).** Dinamização de fixador esquelético externo conectado ao pino intramedular "Tie-In" em tíbia de nove cães. *Revista científica eletrônica de medicina veterinária*, 12. Disponível em: <http://www.revista.inf.br/veterinaria12/artigos/AnoVII-Edic12-Art04.pdf>. (Acedido a 13 de agosto de 2012);

- Doyle ND (2004).** Rehabilitation of fractures in small animals: maximize outcomes, minimize complications. *Clinical techniques in Small Animal Practice*, 19(3): 180-191;
- Duckworth T & Blundell C (2010).** Fractures and healing. *In: Lecture notes: orthopaedics and fractures (4<sup>th</sup> ed.)*. Ed. Duckworth T & Blundell C, Blackwell Publishing, Chichester, UK, pp. 25-31;
- Egger EL (1998).** External Skeletal Fixation. *In: Current Techniques in Small Animal Surgery (4<sup>th</sup> ed.)*. Ed. Bojrab MJ, Ellison GW & Slocum B, Williams & Wilkins, USA. pp. 941-949;
- Eiff MP, Hatch R & Higgins MK (2012).** General principles of fracture care. *In: Fracture Management for Primary Care (3<sup>d</sup> ed.)*. Ed. Eiff MP, Hatch R & Higgins MK Saunders Elsevier, Philadelphia, USA. pp. 5-35;
- Eurell JA & Sickle DC (2006).** Connective and supportive tissues. *In: Dellman's textbook of veterinary histology (6<sup>th</sup> ed.)*. Ed. Eurell JA & Frappier BL, Blackwell Publishing, Iowa, USA. pp. 46-58;
- Evans HE & Lahunta AD (2010).** *Guide to the Dissection of the Dog (7<sup>th</sup> ed.)*, Saunders Elsevier, St. Louis, USA. pp. 6-75;
- Evans HE & Lahunta AD (2013).** *Miller's Anatomy of the Dog (4<sup>th</sup> ed.)*, Elsevier Saunders, St. Louis, USA. pp. 127-155;
- Forterre F & Lang J (2010).** New aspects in the treatment of disc herniation in the dog. *Proceedings of the 35th World Small Animal Veterinary congress*. Geneve, WSAVA;
- Fox DB (2008).** Principles of external fixation for fracture repair. *International congress of the Italian association of companion animal veterinarians*. Rimini, SCIVAC: pp. 184-185;
- Fox SM & Millis D (2010).** Osteoarthritis: the disease. *In: Multimodal management of canine osteoarthritis*. Ed. Fox SM & Millis D, Manson Publishing, London, UK. pp. 24-30;
- Gavin PR (2004).** MRI principles in Orthopaedics. *12th ESVOT congress proceedings*. Munique, ESVOT: pp. 44-46;
- Gavin PR & Holmes SP (2009).** Orthopedic. *In: Practical small animal MRI*. Ed. Gavin PR & Bagley RS, Wiley-Blackwell, Iowa, USA. pp. 233-272;
- Ge X, Leng Y, Bao C, Xu SL, Wang R & Ren F (2010).** Antibacterial coatings of fluoridated hydroxyapatite for percutaneous implants. *Journal of biomedical materials research*, 95(2), 588-599;
- Gerber B (2008).** Feline lower urinary tract disease (FLUTD). *International congress of the Italian association of companion animal veterinarians*. Rimini, 2008. SCIVAC.
- Górniak S & Medeiros R (2008).** Toxicologia dos raticidas. *In: Toxicologia aplicada à medicina veterinária*. Ed. Spinosa H, Górniak S & Palermo-Neto J, Manole, Brasil, pp.345-63;
- Graham JP (2008).** When to panic about that fracture repair. *Proceedings of the 33rd World Small Animal Veterinary congress*. Dublin, WSAVA: pp. 192-194;
- Grant GR & Olds RB (2003).** Treatment of Open Fractures. *In: Textbook of Small Animal Surgery (3<sup>th</sup> ed.)*. Ed. Slatter D, Saunders Elsevier, Philadelphia, USA. Vol.2, pp. 1793-1797;

- Greene CE & Levy JK (2012).** Immunoprophylaxis. *In: Infectious diseases of the dog and cat* (4<sup>th</sup> ed.). Ed. Greene CE, Saunders Elsevier, St. Louis, USA. pp. 1163-1171;
- Griffin H, Toombs JP, Bronson DG, Ross JD & Browne RH (2011).** Mechanical evaluation of a tapered thread-run-out half-pin designed for external skeletal fixation in small animals. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology*, 24(4): 257-261;
- Griffon DJ (2005).** Fracture Healing. *In: AO principles of fracture management in the dog and cat*. Ed. Johnson AL, Houlton JE & Vannini R, Thieme, Switzerland. pp. 73-92;
- Haggstrom J (2010).** Myxomatous mitral valve disease. *In: BSAVA Manual of canine and feline cardiorespiratory medicine* (2<sup>nd</sup> ed.). Ed. Fuentes VL, Johnson LR & Dennis S, BSAVA, UK. pp. 186-193;
- Harasen G (2002).** Biologic repair of fractures. *Canadian Veterinary Journal*, 43(4): 299-301;
- Hartmann K (2012).** Feline Leukemia Virus Infection. *In: Infectious diseases of the dog and cat* (4<sup>th</sup> ed.). Ed. Greene CE, Elsevier, St. Louis, USA. pp.108-36;
- Henry GA (2013).** Fracture Healing and Complications. *In: Textbook of veterinary diagnostic radiology* (6<sup>th</sup> ed.). Ed. Thrall DE, Elsevier Saunders, St. Louis, USA. pp.283-306;
- Herrtage ME (2009).** New strategies in the management of canine diabetes mellitus. *Proceedings of the 34th world small animal veterinary congress*. São Paulo, WSAVA;
- Hill P (2005).** Clinical approach to pruritus in dogs - let's get back to basics. *Proceeding of the north american veterinary conference*. Orlando, 2005. NAVC.
- Hnilica KA (2011).** *Small Animal Dermatology: a color atlas and therapeutic guide* (3<sup>rd</sup> ed.). Elsevier Saunders, St. Louis, USA. pp. 175-182;
- Houlton JE & Dunning D (2005).** Perioperative patient management. *In: AO Principles of fracture management in the dog and cat*. Ed. Johnson AL, Houlton JE & Vannini R, Thieme, Switzerland. pp. 1-23;
- Hughes L (2008).** Which analgesics should I use in the trauma patient? *Proceedings of the 33rd world small animal veterinary congress*. Dublin, WSAVA: pp. 585-587;
- Hulse D (2006).** Concept and technique of minimally invasive fracture treatment. *ESVOT congress 2006 proceedings*. Munique, ESVOT: pp. 63-65;
- Hulse D & Hyman B (2003).** Fracture biology and biomechanics. *In: Textbook of small animal surgery* (3<sup>rd</sup> ed.). Ed. Slatter D, Saunders Elsevier, Philadelphia, USA. Vol. 2, pp. 1785-1792;
- Johnson AL (2007).** Fundamentals of orthopedic surgery and fracture management. *In: Small animal surgery* (3<sup>rd</sup> ed.). Ed. Fossum TW, Mosby Elsevier, St. Louis, USA. pp. 930-1014;
- Johnson CA (2009).** Disorders of the vagina and uterus. *In: Small Animal Internal Medicine* (4<sup>th</sup> ed.). Ed. Nelson RW & Couto CG, Mosby Elsevier, St. Louis, USA. pp.911-25;
- Johnson AL & Schaeffer DJ (2008).** Evolution of the treatment of canine radial and tibial fractures with external fixators. *Veterinary and comparative orthopedics and traumatology*, 21(3): 256-261;
- Jones DG (1998a).** Fracture classification and description. *In: BSAVA manual of small animal fracture repair and management*. Ed. Coughlan AR & Miller A, BSAVA, UK. pp. 3-8;

- Jones DG (1998b).** Imaging of fracture healing. In: *BSAVA manual of small animal fracture repair and management*. Ed. Coughlan AR & Miller A, BSAVA, UK. pp. 35-45;
- Junqueira LC & Carneiro J (2004).** Tecido ósseo. In: *Histologia Básica (10ª ed.)*. Ed. Junqueira LC & Carneiro J, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil. pp. 136-153;
- Kealy JK & McAllister H (2000).** Bones and joints. In: *Diagnostic Radiology and Ultrasonography of the Dog and Cat (3ª ed.)*. Ed. Kealy JK & McAllister H, W.B. Saunders Company, USA. pp. 253-338;
- Kirby KA, Lewis DD, Lafuente MP, Radasch RM, Fitzpatrick N, Farese JP, Wheeler JL, Hernandez JA (2008).** Management of humeral and femoral fractures in dogs and cats with circular hybrid external skeletal fixators. *Journal of the american hospital association*, 44(4): 180-197;
- Kraus KH, Toombs JP & Ness MG (2003).** *External fixation in small animal practice*, Blackwell Science, Oxford, UK. pp. 5-15, 27-52, 69-72, 88-97;
- Lamm C.G. (2008).** Parvovirus infection in domestic companion animals. *Veterinary Clinics of North America: Small animal practice*, 38(6): 837-850;
- Lappin M.R. (2005).** The latest feline vaccination protocols. *Proceedings of the north american veterinary conference*. Florida, NAVC: pp. 465-467;
- Laverty S (2010).** An update on osteoarthritis. *Proceedings of the 15th ESVOT congress*. Bologna, Italy, 2010. ESVOT;
- Lescun T (2010).** Use of hydroxyapatite pin coating for the prevention of transfixation pin loosening in horses. *Proceedings of the 15th ESVOT congress*. Bologna, ESVOT: pp. 585-586;
- Lesser AS (1998).** Ilizarov technique. In: *Current techniques in small animal surgery (4ª ed.)*. Ed. Bojrab MJ, Ellison GW & Slocum B, Williams & Wilkins, USA. pp. 950-963;
- Lewis D.D. (2009a).** Uso de fijadores externos híbridos en el control de fracturas. *Proceeding of the southern european veterinary conference*. Barcelona, SEVC.
- Lewis D.D. (2009b).** Principios del uso de fijadores circulares para el manejo de fracturas. *Proceeding of the southern european veterinary conference*. Barcelona, SEVC.
- Lewis DD, Bronson DG, Samchukov ML, Welch RD & Stallings JT (1998).** Biomechanics of circular external skeletal fixation. *Veterinary surgery*, 27(5): pp.454-64. Citado por Marcellin-Little (2003);
- Linde A. (2005).** Degenerative valvular disease vs. bacterial endocarditis. *Proceedings of the world small animal veterinary association*. Cidade do México, WSAVA;
- Lund E (2011).** Epidemiologia da Diabetes Mellitus Felina. *Veterinary Focus*, 21(1): 17-18;
- Marcellin-Little DJ (2003).** External Skeletal Fixation. In: *Textbook of Small Animal Surgery (3ª ed.)*. Ed. Slatter D, Saunders Elsevier, Philadelphia, USA. Vol. 2, pp. 1818-1834;
- Marcellin-Little DJ (2004a).** Update on hinged and circular external fixation. *12th ESVOT congress proceedings*. Munique, ESVOT: pp. 86-88;



- Marcellin-Little DJ (2004b).** Complications of circular external fixation. *12th ESVOT congress proceedings*. Munique, 2004. ESVOT
- Marcellin-Little DJ (2005).** Comprehensive management of canine osteoarthritis. *Proceedings of the north american veterinary conference*. Orlando, NAVC;
- Marks SL (2005).** Infectious and parasitic diseases. *Em: BSAVA Manual of canine and feline gastroenterology (2<sup>nd</sup> ed.)*. Ed. Hall EJ, Simpson JW & Williams DA, BSAVA, UK. pp. 112-121;
- Marti JM & Miller A (1994a).** Delimitation of safe corridors for the insertion of external fixator pins in the dog 1: Hindlimb. *Journal of Small Animal Practice*, 35(1): 16-23. Citado por Corr (2005);
- Marti JM & Miller A (1994b).** Delimitation of safe corridors for the insertion of external fixator pins in the dog 2: Forelimb. *Journal of Small Animal Practice*, 35(2): 78-85. Citado por Corr (2005);
- Martinez SA, Arnoczky SP, Flo GL & Brinker WO (1997).** Dissipation of heat during polymerization of acrylics used for external skeletal fixator connecting bars. *Veterinary Surgery*, 26(4): 290-294;
- Masian DS (2011).** What is new in the management of intervertebral disk disease? *Proceedings of the Southern European Veterinary Conference*. Barcelona, AVEPA.
- Matis U (2007).** Current techniques of fracture fixation in dogs and cats. *Proceedings of the World Small Animal Veterinary Association*. Sydney, WSAVA;
- McAllister H & Tobin E (2006).** Long bones - mature. *Em: BSAVA Manual of canine and feline musculoskeletal imaging*. Ed. Barr FJ & Kirberger RM, BSAVA, UK. pp. 32-48;
- McCartney WT (2007).** Use of an acrylic external fixator with an intramedullary tie-in pin for the treatment of tibial fractures in 85 dogs. *Veterinary Record*, 161: 596-597;
- McCartney WT & MacDonald BJ (2006).** Incidence of non-union in long bone fractures in 233 cats. *The international journal of applied research in veterinary medicine*, 4(3): 209-212.
- McGuigan FX (2010).** Skeletal trauma. *In: Essentials of orthopedic surgery (4<sup>th</sup> ed.)*. Ed. Wiesel SW & Delahay JN, Springer, USA. pp. 35-47;
- McVey S & Shi J (2010).** Vaccines in Veterinary Medicine: A brief review of history and technology. *Veterinary Clinics of North America: Small animal practice*, 40(6): 381-392.
- Means C (2004).** Anticoagulant Rodenticides. *In: Clinical Veterinary Toxicology*. Ed. Plumlee K, Mosby, St. Louis, USA. pp.444-46;
- Mele E (2009).** MIPO (Minimally Invasive Percutaneous Osteosynthesis). *Proceedings of the 34th World Small Animal Veterinary Congress*. São Paulo, WSAVA.
- Miller D (2007).** Acute critical care gastroenteritis. *Proceedings of the World Small Animal Veterinary Association*. Sydney, WSAVA;
- Milovancev M & Schaefer SL (2010).** Tibial Plateau Leveling Osteotomy. *In: Advances in the canine cranial cruciate ligament*. Ed. Muir P, Wiley-Blackwell, Iowa, USA. pp.169-74;

- Morgan JP & Wolvekamp P (2004).** *Atlas of Radiology of the Traumatized Dog and Cat: the case-based approach*. Schlutersche, Hannover. pp. 270-386;
- Nayagam S (2010).** Principles of Fractures. In: *Apley's system of orthopaedics and fractures* (9<sup>th</sup> ed.). Ed. Solomon L, Warwick D & Nayagam S, Hodder Arnold, London, UK. pp. 687-732;
- Ness MG (2006).** Treatment of inherently unstable open or infected fractures by open wound management and external skeletal fixation. *Journal of Small Animal Practice*, 47(2): 83-88;
- Nolte DM, Fusco JV & Peterson ME (2005).** Incidence of and predisposing factors for nonunion of fractures involving the appendicular skeleton in cats: 18 cases (1998-2002). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226(1): 77-82;
- Nunamaker DM (1985).** Principles of treatment of fractures and luxations. In: *Textbook of Small Animal Orthopaedics*. Ed. Newton C & Nunamaker DM, J.B. Lippincott Company. Document nº B0015.0685, Disponível em: [http://www.ivis.org/special\\_books/ortho/chapter\\_14/14mast.asp](http://www.ivis.org/special_books/ortho/chapter_14/14mast.asp). (acedido a 12 de Março de 2012)
- Nunamaker DM, Rhinelander FW & Heppenstall RB (1985).** Delayed Union, Nonunion, and Malunion. In: *Textbook of Small Animal Orthopaedics*. Ed. Newton C & Nunamaker DM, J.B. Lippincott Company. Document nº B0039.0685. Disponível em: [http://www.ivis.org/special\\_books/ortho/chapter\\_38/38mast.asp](http://www.ivis.org/special_books/ortho/chapter_38/38mast.asp). (acedido a 14 de Junho de 2012);
- Nuttall T (2008).** Abordagem da dermatite atópica. *Veterinary Focus*, 18(1): pp.32-39.
- Ohlerth S, Voss K & Steffen F (2009).** Further Diagnostic Procedures. In: *Feline Orthopedic Surgery*. Ed. Montavon PM, Voss K & Langley-Hobbs SJ, Saunders Elsevier, Londres, pp. 21-38;
- Patterson S (2008).** *Manual of skin diseases of the dog and cat* (2<sup>nd</sup> ed.). Blackwell, Oxford, UK. pp. 173-187;
- Pendegrass C.J., El-Husseiny M. & Blunn G.W. (2012).** The development of fibronectin-functionalised hydroxyapatite coatings to improve dermal fibroblast attachment in vitro. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 94(4): 564-569.
- Perren SM & Cordey J (1980).** The concept of interfragmentary strain. In: *Current concepts of internal fixation*. Ed. Uthoff HK, Springer-Verlag, Berlin, Germany. P. 63. Citado por Piermattei, et al. (2006).
- Pettine K.A., Chao E.Y. & Kelly P.J. (1993).** Analysis of the external fixator pin-bone interface. *Clinical Orthopaedics and related research*, 293: 18-27.
- Piermattei D, Flo G, & DeCamp C (2006).** *Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair* (4<sup>th</sup> ed.), Saunders Elsevier, St Louis, USA. pp. 3-159, 216-232, 562-630;
- Piras A (2004).** Radiographic approach to distal extremity injuries. *12th ESVOT Congress Proceedings*. Munique, ESVOT: pp. 117-120;
- Piras A (2010).** Management of Juxta-articular fractures. *Proceedings of the 15th ESVOT congress*. Bolonha, ESVOT: pp. 397,398;



- Piras L, Cappellari F, Peirone B & Ferretti A (2011).** Treatment of fractures of the distal radius and ulna in toy breed dogs with circular external skeletal fixation: a retrospective study. *Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology*, 24(3): 228-235.
- Puerta BD, Emmerson T, Moores AP & Pead M (2008).** Epoxy putty external skeletal fixation for fractures of the four main metacarpal and metatarsal bones in cats and dogs. *Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology*, 21(5): 451-456.
- Radke H, Aron DN, Applewhite A & Zhang G (2006).** Biomechanical Analysis of Unilateral External Skeletal Fixators Combined with IM-pin and Without IM-pin Using Finite-Element Method. *Veterinary Surgery*, 35(1): 15-23.
- Rahn BA (1982).** Bone healing: histologic and physiologic concepts. In: *Bone in clinical orthopaedics*. Ed. Sumner-Smith G, Saunders, Philadelphia, USA. pp. 335-385. Citado por Piermattei, et al. (2006).
- Read RA (2011).** Osteoarthritis - Does any treatment really work? *Proceedings of the 36th World Small Animal Veterinary Congress*. Jeju, Coreia, WSAVA;
- Renberg WC (2005).** Pathophysiology and management of arthritis. *Veterinary Clinics of North America: Small animal practice*, 35(5), pp.1073-91.
- Reush C (2011).** Feline Diabetes Mellitus. *Veterinary Focus*, 21(1): 9-16.
- Reusch EC, Robben JH & Kooistra HS (2010).** Endocrine Pancreas. In: *Clinical Endocrinology of Dogs and Cats (2<sup>nd</sup> ed.)*. Ed. Rijnberk A & Kooistra HS, Schlutersche, Hannover. pp. 155-181;
- Roe S (1998).** Biomechanical Basis of Bone Fracture and Fracture Repair. In: *BSAVA Manual of Small Animal Fracture Repair and Management*. Ed. Coughlan AR & Miller A, BSAVA, Cheltenham, UK. pp. 17-28
- Roe S (2005).** External fixators, pins, nails, and wires. In: *AO Principles of fracture management in the dog and cat*. Ed. Johnson AL, Houlton JE & Vannini R, Thieme, Switzerland, pp. 53-70;
- Romagnoli S (2008).** How I treat: Pyometra. *Proceeding of the Southern European Veterinary Conference*. Barcelona, SEVC;
- Roush JK (2005).** Management of Fractures in Small Animals. *Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice*, 35: 1137-1154;
- Rovesti GL (2010).** Comparative evaluation of two composite materials for use in circular and hybrid external fixation. *Proceedings of the 15th ESVOT Congress*. Bolonha, ESVOT: p. 605;
- Rovesti GL, Margini A, Cappellari F & Peirone B (2006).** Clinical application of intraoperative skeletal traction in the dog. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 19(1), pp.14-19;
- Ryan S, Ehrhart N, Zuehlsdorff K & James S (2009).** Comparison of Alternate and Simultaneous Tensioning of Wires in a Single-Ring Fixator Construct. *Veterinary Surgery*, 38(1): 96-103.

- Rynders PE (2005).** New Protocols for Canine Vaccination. *Proceedings from a symposium at the 30th World Congress of the World Small Animal Veterinary Association. WSAVA - FIAVAC- AMMVEPE.* Cidade do México, IAMS;
- Saithna A (2010).** The influence of hydroxyapatite coating of external fixator pins on pin loosening and pin track infection: a systematic review. *Injury, International Journal of the Care of the Injured*, 41(2): 128-132;
- Schatzker J (2005).** Introduction - AO physiology and principles. *In: AO Principles of Fracture Management in the Dog and Cat.* Ed. Johnson AL, Houlton JE & Vannini R, Thieme, Switzerland. pp. xv-xix;
- Schell H, Epari DR, Kassi JP, Bragulla H, Bail HJ & Duda GN (2005).** The course of bone healing is influenced by the initial shear fixation stability. *Journal of Orthopaedic Research*, 23: 1022-1028;
- Scott HW & McLaughlin R (2007).** Fracture fixation methods: Principles and techniques. *In: Feline Orthopedics.* Ed. Scott HW & McLaughlin R, Manson Publishing, UK. pp. 58-86;
- Scott DW, Miller WH & Griffin CE (2001).** *Muller & Kirk's Small Animal Dermatology* (6ª edição). Saunders, Filadelfia, EUA, pp. 61-63;
- Scott H & Witte P (2011).** Investigation of Lameness in Dogs: 1. Forelimb. *In Practice*, 33(1): 20-27.
- Sfeir C, Ho L, Doll BA, Azari K & Hollinger JO (2005).** Fracture repair. *In: Bone Regeneration and Repair: Biology and Clinical Applications.* Ed. Lieberman JR & Friedlaender GE, Humana Press, New Jersey, USA. pp.21-44;
- Sharp NJH & Wheeler SJ (2005).** Patient examination. *In: Small Animal Spinal disorders: diagnosis and surgery (2<sup>nd</sup> ed.).* Ed. Sharp NJH & Wheeler SJ, Elsevier Mosby, UK. pp.19-32
- Shearer P (2011).** Epidemiologia da doença ortopédica. *Veterinary Focus*, 21(2): 24-25.
- Simpson JW (2005).** Approach to the investigation of gastrointestinal diseases. *In: BSAVA Manual of canine and feline gastroenterology (2<sup>nd</sup> ed.).* Ed. Hall EJ, Simpson JW & Williams DA, BSAVA, UK. pp. 1-12;
- Sisson S (1986).** Osteologia do carnívoro. *In: Anatomia dos Animais Domésticos (5ª ed.).* Ed. Getty R, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. Vol. 2, pp. 1347-1407;
- Smith GK (1985).** Biomechanics Pertinent to Fracture Etiology, Reduction, and Fixation. *In: Textbook of Small Animal Orthopaedics.* Ed. Newton C. & Nunamaker D.M., J.B. Lippincott Company. Document nº B0013.0685. Disponível em: [http://www.ivis.org/special\\_books/ortho/chapter\\_12/12mast.asp](http://www.ivis.org/special_books/ortho/chapter_12/12mast.asp). (Acedido a 12 de Março de 2012).
- Sparkes AH (2006).** Feline Lower Urinary Tract Disease. *2006 World congress WSAVA/FECAVA/CSAVA.* Praga, 2006. WSAVA.
- Tillson DM (1995).** Open fracture management. *Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice*; 25(5): 1093-1110. Citado por Houlton & Dunning (2005).

- Toal RL & Mitchell SK (2002).** Fracture Healing and Complications. *In: Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology (4<sup>th</sup> ed.)*. Ed. Thrall DE, W.B. Saunders Company, Philadelphia, USA. pp. 161-178;
- Tomlinson J (2005).** Use of Acrylics for Fracture Repair. *Proceedings of the North American Veterinary Conference*. Orlando, NAVC: pp. 796-798;
- Vannini R (2008).** Minimal invasive osteosynthesis in cats. *Proceedings of the European Society of Veterinary Orthopaedics and Traumatology 2008*. Munique, ESVOT: pp. 195-196;
- Voss K & Montavon PM (2009).** Fractures. *In: Feline Orthopedic Surgery*. Ed. Montavon PM, Voss K & Lagley-Hobbs SJ, Saunders Elsevier, London, UK. pp. 129-152;
- Ware WA (2007).** Acquired valve diseases. *In: Cardiovascular Disease in Small Animal Medicine*. Ed. Ware WA, Manson publishing, London, UK. pp. 263-279;
- Westropp JL (2011).** Feline idiopathic cystitis. *In: Nephrology and Urology of Small Animals*. Ed. Bartges J & Polzin DJ, Wiley Blackwell, Chichester, UK. pp.745-54;
- Willard MD (2009).** Digestive system disorders. *In: Small Animal Internal Medicine (4<sup>th</sup> ed.)*. Ed. Nelson RW & Couto CG, Mosby Elsevier, St. Louis, USA. pp. 395-456;
- Williams D & Heath M (2006).** Prevalence of feline cataract: results of a cross-sectional study of 2000 normal animals, 50 cats with diabetes and one hundred cats following dehydrational crises. *Veterinary Ophtalmology*, 9(5): 341-349;
- Worth AJ (2007).** Management of fractures of the long bones of eight cats using external skeletal fixation and a tied-in intra-medullary pin with a resin-acrylic bar. *New Zealand Veterinary Journal*, 55(4): 191-197;
- Wosar M (2007).** Circular External Skeletal Fixation. *North American Veterinary Conference Proceedings*. Orlando, NAVC;
- Yardimci C, Ozak A & Nisbet HO (2010).** Treatment of long bone fractures with unilateral semicircular external skeletal fixation system: clinical study in 57 dogs. *Proceedings of the 15th ESVOT congress*. Bolonha, 2010. ESVOT.
- Yardimci C, Ozak A & Nisbet O (2011).** Management of femoral fractures in dogs with unilateral semicircular external skeletal fixators. *Veterinary Surgery*, 40(3), pp.379-87.
- Young B & Heath JW (2000).** Skeletal tissues. *In: Wheather's Funtional Histology (4<sup>th</sup> ed.)*. Ed. Young B & Heath JW, Churchill Livingstone, Sidney, Australia. pp. 172-193.